Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia
2013



TEKNIK DASAR PENGERJAAN LOGAM

SEMESTER 1

SMK KELAS

X



Penulis : **Dadang**

Editor Materi : **Suwardi, Tarkina**

Editor Bahasa :

Ilustrasi Sampul :

Desain & Ilustrasi Buku : **PPPPTK BOE Malang**

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: vedcmalang@vedcmalang.or.id, Laman: www.vedcmalang.com



DISKLAIMER (*DISCLAIMER*)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku tek ini. Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini. Setiap komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi kutipan tetap menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli. Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

Penerbit tidak bertanggung jawab atas kerugian, kerusakan atau ketidaknyamanan yang disebabkan sebagai akibat dari ketidakjelasan, ketidaktepatan atau kesalahan didalam menyusun makna kalimat didalam buku teks ini.

Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Teknik Gambar Rancang Bangun Kapal, Edisi Pertama 2013

Kementerian Pendidikan & Kebudayaan

Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013: Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Program Keahlian Teknik Perkapalan, Program Studi Keahlian Teknik Gambar Rancang Bangun Kapal,Teknik Dasar Pengerjaan Logam 1

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi BELAJAR (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*.

Buku teks ″Teknik Dasar Pengerjaan Logam 1” ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran ″Teknik Dasar Pengerjaan Logam 1 ″ ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan eksperimen ilmiah (penerapan scientifik), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks siswa untuk Mata Pelajaran Teknik Dasar Pengerjaan Logam 1 kelas X/Semester 1 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Jakarta, 12 Desember 2013

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA



DAFTAR II



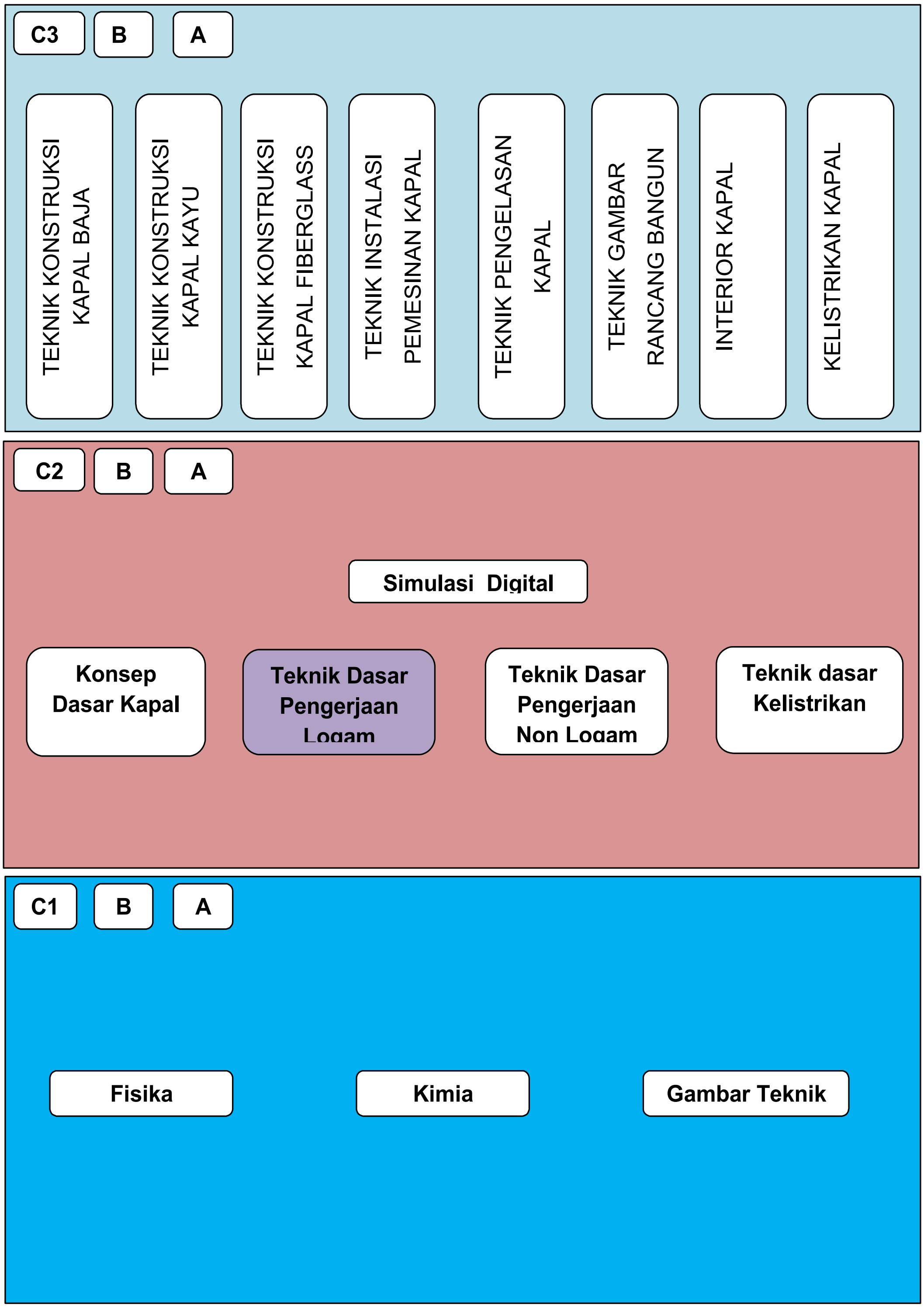








Peta Kedudukan Bahan Ajar Teknik Perkapalan





Peta konsep mata pelajaran teknik dasar pengerjaan logam kelas X semester 1

Teknik Dasar Pengerjaan Logam 1

A. Sifat – Sifat Bahan

- Sifat mekanik bahan
- Sifat fisik bahan
- Sifat teknologi bahan

B. Jenis Dan Karakteristik Bahan

- Jenis – jenis dan karakteristik logam besi
- Jenis dan karakteristik logam bukan

C. K3 pada Pekerjaan Logam

- Pengertian K3 perkapalan
- Norma-norma K3
- Rambu-rambu K3
- Sebab-sebab kecelakaan kerja
- Identifikasi dan pengontrolan bahaya
- Penyakit akibat kerja

D. Kerja Bangku

- Peralatan kerja bangku
- Teknik melukis
- Teknik menggergaji
- Teknik mengikir
- Teknik mengebor

E. Kerja Pelat

- Peralatan kerja pelat
- Teknik menggunting
- Teknik membentuk pelat dengan palu
- Teknik menekuk
- Teknik mengerol
- Teknik mengalur
- Teknik membuat sambungan



Glosarium



BAB I PENDAHULUAN

1. Deskripsi

Buku teks bahan ajar **Teknik Dasar Pengerjaan Logam 1** merupakan buku pegangan siswa untuk program studi teknik perkapalan. Buku ini membahas tentang dasar-dasar teknik pengerjaan logam untuk teknik perkapalan. Pembahasan dimulai pada Kompetensi dasar (KD) ke satu dalam silabus kurikulim 2013 teknik perkapalan. KD 1 membahas bagaimana sifat – sifat bahan, KD 2 membahas tentang jenis dan karakteristik bahan, KD 3 membahas tentang keselamatan dan kesehatan kerja (K3), KD 4 membahas tentang teknik Kerja Bangu dan KD 5 membahas tentang teknik kerja pelat.

Masing-masing Kompetensi Dasar terdiri dari 1 atau lebih kegiatan belajar siswa, yang didalamnya terdapat uraian materi, rangkuman materi, tugas-tugas siswa, tes formatif, lembar jawaban, dan lembar tugas. Keseluruhan materi dan tugas seyogyanya dipelajari dan dikerjakan oleh siswa agar terpenuhi pembelajaran tuntas sesuai tujuan pembelajaran dari Kompetensi Dasar tersebut.

Setiap 1 (satu) Kegiatan Belajar dirancang untuk satu kali tatap muka selama 6 jam pelajaran (6 x 45 menit). Dengan demikian siswa diharapkan dapat menuntaskan semua kegiatan belajar sesuai waktu yang direncanakan. Setiap kegiatan belajar menuntut siswa mampu memahami dan mengiplementasi ilmu pengetahuan yang didapat baik secara teori maupun praktis.

2. Prasyarat

Untuk melaksanakan unit kompetensi dasar ini siswa terlebih dahulu harus memahami tentang fisika, kimia dan gambar teknik.

3. Petunjuk Penggunaan

Buku ini merupakan buku pegangan siswa untuk proses belajar. Yang harus diperhatikan untuk mempelajari buku ini



1. Buku ini menganut system ketuntasan dalam belajar. Artinya urutan kegiatan belajar harus berurutan seperti yang tertuang dalam buku ini. Hal tersebut dikarenakan Kegiatan Belajar 3 dapat terlaksana dengan baik jika Kegiatan Belajar 2 telah dikuasai, Demikian halnya Kegiatan Belajar 2 akan dapat dipelajari dengan lancar jika telah menguasai Kegiatan Belajar 1.
2. Model pembelajaran buku ini menggunakan pendekatan saintifik yang menuntut siswa selalu aktif dalam kegiatan belajar. Untuk itu metode belajar diskusi kelompok, dan metode praktek sering dilakukan dalam kegiatan belajar.
3. Kegiatan belajar dalam buku ini direncanakan tuntas sebanyak 20 kali pertemuan atau 20 minggu. Setiap pertemuan atau setiap minggu kegiatan belajar dilaksanakan selama 6 x 45 menit.
4. Setiap kegiatan belajar peserta didik harus mempelajari secara terurut dari tujuan pembelajaran, uraian materi, rangkuman, tugas, tes formatif, dan lembar kerja.

4. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari buku teks bahan ajar ini siswa dapat:

1. Memahami sifat dan karakteristik bahan logam.
2. Mendeskripsikan fungsi dan penggunaan peralatan kerja bangku dan kerja pelat.
3. Terampil melakukan pekerjaan kerja bangku dan kerja pelat dengan selalu memperhatikan prosedur dan keselamatan kerja.



5. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasa

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar
KI.1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya. KI.2 Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia. KI.3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah. KI.4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik dibawah pengawasan langsung.	3.1 Memahami sifat-sifat bahan 3.2 Memahami macam-macam jenis dan karakteristik logam 3.3 Memahami K3 untuk proses pengerjaan logam 3.4 Mendeskripsikan fungsi dan penggunaan peralatan kerja bangku. 3.5 Mendeskripsikan fungsi dan penggunaan peralatan kerja pelat sederhana.
	4.1 Mengelompokkan dan membandingkan bahan berdasarkan sifat–sifat bahan. 4.2 Merencanakan pemilihan logam untuk kebutuhan teknik. 4.3 Menggunakan APD secara tepat 4.4 Melakukan pekerjaan kerja bangku sesuai prosedur 4.5 Melakukan pekerjaan kerja pelat dengan peralatan sederhana sesuai prosedur.



6. Cek Kemampuan Awal

Sebelum mepelajari buku teks pembelajaran ini terlebih dahulu ada beberapa materi pembelajaran yang harus anda ceklis pada table 3.1 di bawah ini. Jika anda belum menguasai materi pembelajarannya maka pelajari kembali sebelum anda melanjutkan ke pertanyaan berikutnya. Jika sudah ceklis dan lanjutkan.

Tabel. 3.1 cek kemampuan dasar siswa

No.	Materi Pembelajaran	ya	tidak
1	Sifat-sifat bahan		
2	Jenis dan karakteristik bahan		
3	Keselamatan dan kesehatah kerja pada pekerjaan logam		
4	Penggunaan peralatan kerja bangku		
5	Penggunaan peralatan kerja pelat		
6	Membaca gambar teknik		

BAB II MATERI PEMBELAJARAN

Sifat - Sifat Bahan.

A. Deskripsi Pembelajaran

Setiap bahan yang ada dialam ini pasti memiliki sifat sesuai karakternya masing-masing. Bahan-bahan yang dipakai untuk kebutuhan teknik perlu sekali dipelajari sifat-sifatnya, agar bahan yang dipakai sesuai dengan peruntukannya.

Ada 3 kelompok sifat bahan yang perlu diketahui untuk mempelajari sifat dan karakteristik suatu bahan, antara lain:

1. Sifat Mekanik Bahan
2. Sifat Fisika Bahan
3. Sifat Teknologi bahan



Untuk mempelajari sifat-sifat bahan, peserta didik diupayakan belajar melalui pendekatan saintifik yaitu mulai dari proses mengamati, menanya, menalar, mencoba serta mengkomunikasikan hasil yang sudah dipelajari.

Capaian kompetensi dasar ini menuntut peserta didik mempelajarinya sebanyak 2 (dua) kegiatan belajar. Masing-masing kegiatan belajar ditempuh selama 6 jam pelajaran (6 x 45 menit).

B. Kegiatan Belajar

Kegiatan Belajar 1 : Sifat Mekanik Bahan

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah pelatihan ini peserta dapat :

⇒Mengklasifikasikan dan menjelaskan sifat-sifat mekanik bahan.

b. Uraian materi

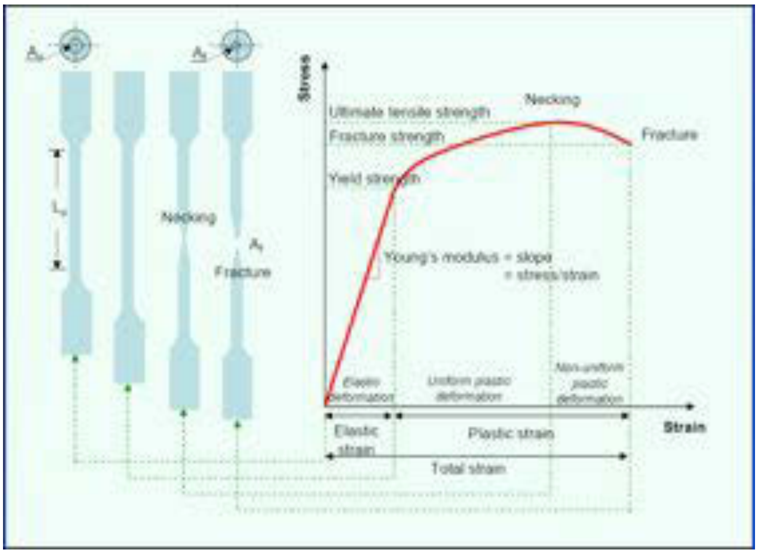
Sifat Mekanis Bahan

Sifat mekanik bahan, merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku bahan terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya. Dalam prakteknya pembebanan pada bahan terbagi dua yaitu beban statik dan beban dinamik. Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu dimana beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu.

Untuk mendapatkan sifat mekanik bahan, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak *(destructive test)*, dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau da-



ta yang mencirikan keadaan dari bahan tersebut. Seperti gambar kurva dibawah ini merupakan salah satu contoh bentuk kurva tegangan – regangan (*stress-strain*) dari hasil uji tarik bahan baja lunak.



Gambar 1.1

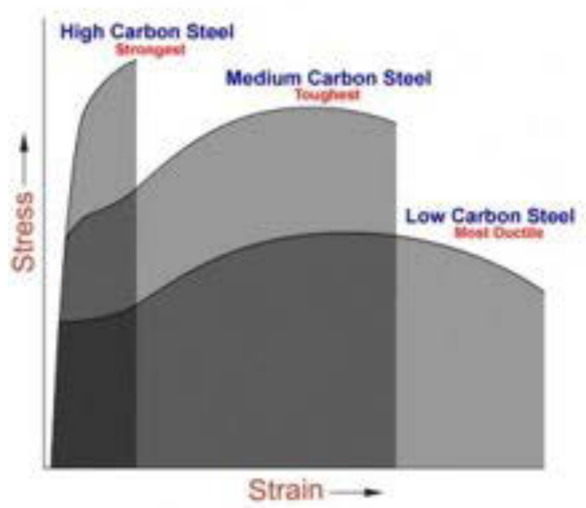
Kurva Stress-Strain Hasil Uji Tarik Baja

Setiap bahan yang diuji dibuat dalam bentuk sampel kecil atau spesimen. Spesimen pengujian dapat mewakili seluruh bahan apabila berasal dari jenis, komposisi dan perlakuan yang sama. Pengujian yang tepat hanya didapatkan pada bahan uji yang memenuhi aspek ketepatan pengukuran, kemampuan mesin, kualitas atau jumlah cacat pada bahan dan ketelitian dalam membuat spesimen. Sifat mekanik tersebut meliputi antara lain: kekuatan tarik, ketangguhan, kelenturan, keuletan, kekerasan, ketahanan aus, kekuatan impak, kekuatan mulur, kekuatan leleh dan sebagainya.

Sifat – sifat mekanik bahan yang terpenting antara lain :

- **Kekuatan Bahan** (*strenght of materials*) adalah kemampuan bahan untuk menahan tegangan tanpa kerusakan. Atau kemampuan suatu bahan dalam menerima beban, semakin besar beban yang mampu diterima oleh bahan maka benda tersebut dapat dikatakan memiliki kekuatan yang tinggi.

Dalam kurva tegangan - regangan (*stress-strain*), kekuatan dapat dilihat dari sumbu-y (*stress*), semakin tinggi nilai *stress*-nya maka bahan tersebut lebih kuat. Bentuk perbandingan kurva tegangan vs regangan dari ketiga bahan baja dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1.2

Perbandingan Kurva Stress-Strain Hasil Uji Tarik 3 Jenis Baja

Kurva yang diberi label *stronges* (terkuat) digambarkan sebagai kurva yang memiliki nilai sb-y tertinggi. Kemudian kurva yang diberi label *Toughes* adalah kurva yang memiliki nilai **ketangguhan** tertinggi. **Ketangguhan** suatu bahan dapat dilihat dari luas daerah sibawah kurva



stress-strain nya. Semakin besar luas daerah di bawah kurva, maka bahan tersebut dikatakan semakin tangguh. Lalu untuk **keuletan** bahan digambarkan dari kurva yang diberi label *most ductil*. . **Keuletan** menggambarkan bahwa bahan tersebut sulit untuk mengalami patah (*fractur*) yang dalam kurva dapat dilihat sebagai kurva yang memiliki nilai sumbu-x (*strain* / regangan) tertinggi.

Contoh aplikasi jika sifat kekuatan bahan yang ditonjolkan adalah penggunaan bahan baja untuk poros engkol pada mesin, seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1.3.

Poros Engkol Mesin

Dalam pembebanan, poros engkol ini akan menerima beban kombinasi secara dinamis yaitu beban puntir, beban tekan dan beban gesek. Untuk mampu menahan ketiga beban ini sekaligus maka diperlukan pemilihan, perhitungan komposisi maupun pengujian baja secara tepat.

Elastisitas Bahan (*elasticity*)– Elastisitas adalah sifat benda yang cenderung mengembalikan keadaan ke bentuk semula setelah mengalami perubahan bentuk karena pengaruh gaya (tekanan atau tarikan) dari luar. Benda-benda yang memiliki elastisitas atau bersifat elastis, seperti karet gelang,



pegas, dan pelat logam disebut **benda elastis** (Gambar 1.4),. Adapun benda -benda yang tidak memiliki elastisitas (tidak kembali ke bentuk awalnya) disebut **benda plastis**. Contoh benda plastis adalah tanah liat dan plastisin (lilin mainan).



Gambar 1.4.

Gambar sifat elastis pada pegas

Ketika diberi gaya, suatu benda akan mengalami **deformasi**, yaitu perubahan ukuran atau bentuk. Karena mendapat gaya, molekul-molekul benda akan bereaksi dan memberikan gaya untuk menghambat deformasi. Gaya yang diberikan kepada benda dinamakan gaya luar, sedangkan gaya reaksi oleh molekul-molekul dinamakan gaya dalam. Ketika gaya luar dihilangkan, gaya dalam cenderung untuk mengembalikan bentuk dan ukuran benda ke keadaan semula.

Apabila sebuah gaya *F* diberikan pada sebuah pegas (Gambar 1.5), panjang pegas akan berubah. Jika gaya terus diperbesar, maka hubungan antara perpanjangan pegas dengan gaya yang diberikan dapat digambarkan

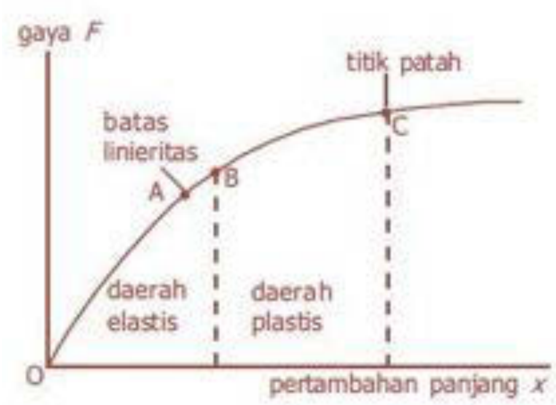
dengan grafik seperti pada Gambar 1.6.



Gambar 1.5

Batas elastis pada pegas

Berdasarkan grafik tersebut, garis lurus OA menunjukkan besarnya gaya *F* yang sebanding dengan pertambahan panjang *x*. Pada bagian ini pegas dikatakan meregang secara linier. Jika *F* diperbesar lagi sehingga melampaui titik A, garis tidak lurus lagi. Hal ini dikatakan batas linieritasnya sudah terlampaui, tetapi pegas masih bisa kembali ke bentuk semula.



Gambar 1.6

Grafik hubungan gaya dengan pertambahan panjang pegas

Apabila gaya *F* diperbesar terus sampai melewati titik B, pegas bertambah panjang dan tidak kembali ke bentuk semula setelah gaya dihilangkan. Ini disebut **batas elastisitas** atau kelentingan pegas. Jika gaya terus di-perbesar lagi hingga di titik C, maka pegas akan putus. Jadi, benda elastis mempunyai batas elastisitas. Jika gaya yang diberikan melebihi batas elas-tisitasnya, maka pegas tidak mampu lagi menahan gaya sehingga akan pu-tus.

Kekerasan (hardness) dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan untuk tahan terhadap goresan , pengikisan (abrasi), penetrasi. Sifat ini berkaitan erat dengan sifat keausan (wear resistance). Dimana kekerasan ini juga mempunyai korelasi dengan kekuatan.



Contoh aplikasi jika kekerasan bahan ini ditonjolkan adalah penggunaan bahan untuk mata bor seperti ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 1.7

Mata Bor

Sifat Bahan	Bahan 1	Bahan 2	Bahan 3	Kesimpulan
Sifat Fisik Bahan				
Titik Cair				
Konduktivitas Termal				
Panas Jenis				
Massa Jenis				
Sifat Teknologi Bahan				
Sifat Mampu Cor				
Sifat Mampu Las				
Sifat Mampu Bentuk				



Karena dalam proses pengeboran (*drilling*) diperlukan perkakas yang sangat keras sehingga mampu mengikis dan menembus benda kerja. Bahan yang sering digunakan untuk mata bor ini adalah baja HSS (High Speed Steel).

Keuletan Bahan (*ductility*) menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa / tidak mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan dan kembali ke ukuran serta bentuk asalnya.

Contoh aplikasi jika sifat kekenyalan bahan yang ditonjolkan adalah penggunaan bahan baja untuk pegas , seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1.8

Pegas Mobil

Ketangguhan (toughness) menyatakan kemampuan bahan untuk menyerap sejumlah energi tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan. Juga dapat dikatakan sebagai ukuran banyaknya energi yang diperlukan untuk mematahkan suatu benda kerja, pada suatu kondisi tertentu. Sifat ini dipengaruhi oleh banyak faktor , sehingga sifat ini sulit untuk diukur

Contoh aplikasi jika sifat ketangguhan bahan yang ditonjolkan adalah penggunaan aluminium paduan untuk blok mesin , seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.





Blok mesin (*engine block*)

Gambar 1.9

Blok Mesin

c. Rangkuman

Sifat mekanik bahan adalah suatu sifat yang berhubungan dengan kekuatan bahan dalam menerima berbagai aspek pembebanan.

Sifat mekanik bahan antara lain meliputi:

- Kekuatan (Strength)
- Kekerasan (Hardness)
- Keuletan (Ductility)
- Ketangguhan (Toughness)

d. Tugas

Bentuklah kelompok belajar didalam kelas!. Masing-masing kelompok diminta untuk mengumpulkan bahan-bahan yang ada disekitar sekolah. Kemudian bahan yang sudah dikumpulkan dikelompokkan berdasarkan sifat mekanis bahan. Hasil kerja kelompok secara bergantian dipresentasikan didepan guru dan teman dikelas.



e. Tes Formatif

Jawablah pernyaan ini dengan benar!

1. Sebutkan jenis-jenis sifat bahan !
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan sifat mekanis bahan?
3. Sebutkan minimal 2 buah contoh benda yang masing-masing memiliki sifat kekerasan dan kekenyalan yang menonjol.

f. Lembar Jawaban

1.
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
.

2. .
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………

3.………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………



g. Lembar Kerja

Alat dan Bahan

1. Penggaris
2. Lem Castol
3. Crayon / Spidol Warna
4. Pensil
5. Kertas Karton

Langkah Kerja

1. Kumpulkan bahan-bahan yang ada disekitar kelas kalian!
2. Kelompokkan masing-masing bahan kedalam jenis-jenis sifat mekanis bahan!
3. Tempelkan dan hiasilah bahan-bahan tersebut diatas kertas karton!
4. Tunjukkan dan presentasikan hasil karya kalian dihadapan guru dan tema kalian!

Kegiatan Belajar 2 :

Sifat fisika, sifat kimia, dan sifat teknologi bahan

a. Tujuan Pembelajaran:

- Setelah pembelajaran ini, peserta didik diharapkan dapat mengklasifikasikan bahan berdasarkan sifat fisika, dan sifat teknologi bahan.

b. Uraian Materi

Sifat Fisik Bahan

Sifat fisika suatu logam adalah bagaimana keadaan logam itu apabila mengalami peristiwa fisika, misalnya keadaan waktu terkena pengaruh panas dan pengaruh listrik. Karena pengaruh panas, benda akan mencair atau mengalami perubahan bentuk dan ukurannya.



Dari sifat fisis itu, dapat ditentukan titik cair suatu bahan dan titik didihnya, sifat menghantarkan panas, keadaan pemuaian pada waktu menerima panas, perubahan bentuknya karena panas, dan lain-lain.

- Pengaruh panas yang diterima oleh suatu bahan dengan sendirinya dapat berhubungan dengan sifat mekanis bahan tersebut, bahkan karena panas yang diterima oleh bahan tersebut dapat mengubah sifat mekanis dari bahan tersebut. Misalnya, pada proses penyepuhan logam yang dipanaskan pada suhu tertentu dan setelah itu didinginkan secara tiba-tiba bahan tersebut akan menjadi keras, dan apabila bahan yang dipanaskan dan didinginkan dengan perlahan maka diperoleh kekerasanya lebih rendah dibandingkan dengan bahan yang didinginkan secara cepat. Yang termasuk golongan sifat fisik ini diantaranya adalah:
    - Titik cair
    - Konduktivitas panas
    - Panas Jenis
    - Berat Jenis

Titik cair

Titik cair suatu benda adalah suhu di mana benda tersebut akan berubah wujud menjadi benda *cair.* Setiap benda memiliki titik cair yang berbeda. Besi akan mencair jika dipanaskan mencapai suhu 1538 °C. Aluminium juga akan mencair jika dipanaskan pada suhu diatas 660 °C.

Konduktivitas Termal / Panas

Mengapa kebanyakan alat masak terbuat dari aluminium ? Andaikan tangan kiri anda memegang besi, tangan kanan anda memegang kaca, lalu besi dan kaca disentuhkan ke api. Tangan kiri atau tangan kanan yang lebih cepat merasakan panas ? Pertanyaan-pertanyaan ini dan mungkin pertanyaan lain yang akan anda tanyakan, berkaitan dengan konduktivitas termal benda. Konduktivitas panas suatu benda adalah



kemampuan suatu benda untuk memindahkan kalo/panas melalui benda tersebut. Benda yang memiliki konduktivitas panas besar merupakan penghantar kalo yang baik (konduktor termal yang baik). Sebaliknya, benda yang memiliki konduktivitas pana kecil merupakan penghantar kalor yang buruk (konduktor panas yang buruk). Dibawah ini merupakan tabel Nilai Konduktivitas Termal dari bahan yang berbeda.

Jenis benda	Konduktivitas termal (k)		Jenis benda	Konduktivitas termal (k)	
	J/m.s.C°	Kkal/m.s.C°		J/m.s.C°	Kkal/m.s.C°
Perak	420	1000×10^{-4}	Air	0,56	$1,4 \times 10^{-4}$
Tembaga	380	920×10^{-4}	Tubuh	0,2	$0,5 \times 10^{-4}$
Aluminium	200	500×10^{-4}	Kayu	0,08 – 0,16	$0,2 \times 10^{-4}$ –
Baja	40	110×10^{-4}	Gabus	0,042	$0,1 \times 10^{-4}$
Es	2	5×10^{-4}	Wol	0,040	$0,1 \times 10^{-4}$
Kaca (biasa)	0,84	2×10^{-4}	Busa	0,024	$0,06 \times 10^{-4}$
Bata	0,84	2×10^{-4}	Udara	0,023	$0,055 \times 10^{-4}$

Panas / Kalor Jenis

Kalor jenis suatu benda menyatakan kemampuan suatu benda untuk menyerap kalor atau melepaskan kalor. Semakin besar kalor jenis suatu benda, semakin kecil kemampuan benda tersebut menyerap atau melepaskan kalor. Semakin kecil kalor jenis benda, semakin baik kemampuan benda tersebut menyerap atau melepaskan kalor. Emas mempunyai kalor jenis lebih kecil sehingga emas lebih cepat menyerap atau melepaskan kalor. Sebaliknya air mempunyai kalor jenis besar sehingga air lebih lambat menyerap atau melepaskan kalor. Dibawah ini merupakan tabel nilai kalor jenis dari berbagai macam bahan.



Jenis Benda	Kalor Jenis (c)	
	J/kg C°	kkal/kg C°
Air	4180	1,00
Alkohol (ethyl)	2400	0,57
Es	2100	0,50
Kayu	1700	0,40
Aluminium	900	0,22
Marmer	860	0,20
Kaca	840	0,20
Besi / baja	450	0,11
Tembaga	390	0,093
Perak	230	0,056
Raksa	140	0,034
Timah hitam	130	0,031
Emas	126	0,030

<u>Berat Jenis dan Massa Jenis</u>

Masa Jenis atau sering disebut desitas (density) merupakan massa suatu benda per satuan volumenya. Masa jenis dilambangkan dengan huruf yunani *p* dibaca “rho”).

Rumus masa jenis:

ñ = massa / volume

Lalu apa itu berat jenis? Berat jenis adalah berat suatu benda persatuan volume. Yang perlu diingat, berat merupakan gaya dan mempunyai arah. Berat suatu benda dipengaruhi oleh massa benda dan gravitasi yang mempengaruhinya.

Berat jenis dirumuskan:

Berat Jenis = Gaya (Berat / Volume

karena gaya = massa x percepatan = m.g

Berat Jenis = massa .percepatan (gravitasi) /volume

Setiap benda memiliki massa jenis yang berbeda. Seperti ditunjukkan pada tabel massa jenis dibawah ini.



No.	Nama Benda	Massa Jenis Kg/m^3
1	Air	1000
2	Aluminium	2712
3	baja	7850
4	Nikel	8800
5	Tembaga	8930
6	Titanium	4500
7	Tungsten	19600

Sifat Teknologi Bahan.

Sifat Teknologis merupakan sifat bahan yang menunjukkan kemampuan atau kemudahan suatu bahan dikerjakan dengan suatu metode proses produksi tertentu. Yang termasuk dalam kategori sifat teknologi bahan adalah: sifat mampu las, sifat mampu bentuk, sifat mampu cor, sifat mampu bentuk, sifat mampu mesin, dan lain sebagainya.

Bahan atau logam biasanya diproses menjadi barang setengah jadi maupun produk akhir melalui satu atau gabungan dari beberapa proses seperti pengecoran, rolling, proses las, maupun proses pengerjaan panas lainnya. Sifat yang menunjukkan kemudahan bahan dapat dikerjakan dengan proses-proses tersebut dikatakan sebagai sifat teknologi.

- **Sifat mampu cor**
  adalah sifat yang ditunjukkan suatu bahan sehingga dapat dikerjakan dengan proses cor. Contoh bahan besi cor, aluminium, dan baja cor, semuanya ini memiliki sifat mampu cor yang baik.



Gambar 2.1

Proses pengecoran

- **Sifat Mampu Las**

  adalah sifat yang ditunjukkan oleh suatu bahan sehingga bisa dikerjakan dengan proses las. Contoh bahan baja, aluminium, tembaga, stainless steel, semuanya ini memiliki sifat mampu las yang baik.

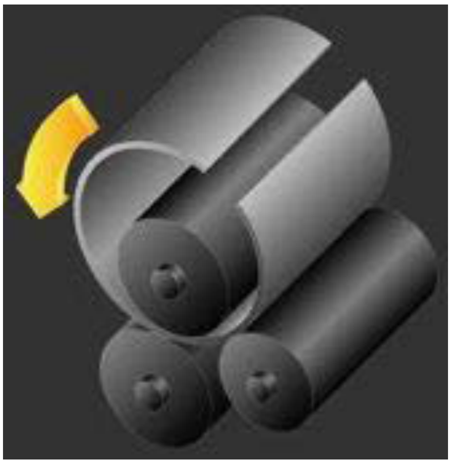


Gambar 2.2

Proses pengelasan

- **Sifat Mampu Bentuk**

  adalah sifat yang ditunjukkan suatu bahan sehingga mampu dibentuk tanpa mengalami kerusakan bahan. Contoh bahan baja, aluminium, tembaga, timah, kuningan. Semua ini merupakan bahan yang memiliki sifat mampu bentuk yang baik.



Gambar 2.3

Proses Pengerolan Pelat



Gambar 2.4

Proses Bending Pelat

c.Rangkuman

Setiap bahan memiliki sifat fisik dan sifat teknologi yang berbeda-beda. Masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan dalam beberapa kriteria nilai. Baja memiliki nilai kekuatan lebih dibanding aluminium dan aluminium memiliki berat 3 x lebih ringan dibanding baja.



Kombinasi sifat-sifat bahan ini digunakan dalam pemilihan bahan dari suatu produk. Sehingga suatu produk yang baik selalu merujuk pada pemilihan sifat-sifat dari bahan yang disesuaikan berdasarkan unsur teknik, biaya produksi, estetika.

d. Tugas

Bentuklah kelompok belajar didalam kelas!. Masing-masing kelompok diminta untuk mengumpulkan bahan-bahan yang ada disekitar sekolah. Kemudian bahan yang sudah dikumpulkan dikelompokkan berdasarkan sifat fisik bahan dan teknologi bahan. Kemudian amati dan bandingkan bahan-bahan tersebut berdasarkan tingkat sifat fisik dan sifat teknologi bahan tersebut. Gunakan format isian data yang ada pada lembar kerja. Hasil kerja kelompok secara bergantian dipresentasikan didepan guru dan teman dikelas.

e. Tes Formatif

Jawablah pernyaan ini dengan benar!

1. Sebutkan macam-macam sifat fisik bahan !
2. Buatlah perbandingan bahan baja dengan aluminium berdasarkan sifat fisik bahan !
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan sifat teknologi bahan?
4. Buatlah perbandingan bahan besi cor dengan aluminium berdasarkan sifat teknologi bahan !

f. Lembar Jawaban

1.

   ………………………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………………………
   ………………………………………………………………………………………



2.

Sifat Fisik Bahan	Baja	Aluminium	Kesimpulan
Titik Cair			
Konduktivitas Ter-			
Panas Jenis			
Massa Jenis			

3.

....

....

....

....

....

....

....

4.

Sifat Teknologi Ba-	Besi Cor	Aluminium	Kesimpulan
Sifat Mampu Cor			
Sifat Mampu Las			
Sifat Mampu Ben-			

g. Lembar Kerja

Alat dan Bahan

1. Penggaris



2. Spidol
3. Pensil
4. Kertas Manila

Langkah Kerja

1. Kumpulkan bahan-bahan yang ada disekitar kelas kalian!
2. Kelompokkan masing-masing bahan kedalam jenis-jenis sifat fisik dan teknologi bahan!
3. Bandingkan dan berilah penilaian benda yang kalian amati berdasarkan sifat fisik dan teknologi bahan.
4.

Gunakan format dibawah ini untuk mengisi data hasil pengamatan kalian!

Data sifat fisik bahan diisi berdasarkan nilai/angka dari referensi yang kal-ian dapatkan.

Data sifat teknologi diisi dengan kriteria Buruk, Baik, Sangat Baik berikut berdasarkan pengamatan maupun referensi yang kalian dapatkan.

5.Presentasikan hasil diskusi kalian dihadapan guru dan tema kalian!

Jenis dan Karakteristik Logam

Diskripsi

Setiap logam memiliki ragam jenis dan karakteristik yang berbeda-beda. Untuk memudahkan mempelajari karakteristik dari masing-masing logam, maka logam diklasifikasikan menjadi 2 yaitu; logam besi dan logam bukan besi.

Untuk mempelajari karakteristik logam ini, peserta didik diupayakan belajar melalui pendekatan saintifik yaitu mulai dari proses mengamati,



menanya, menalar, mencoba serta mengkomunikasikan hasil yang sudah dipelajari.

Capaian kompetensi dasar ini menuntut peserta didik mempelajarinya sebanyak 3 (tiga) kegiatan belajar. Masing-masing kegiatan belajar ditempuh selama 6 jam pelajaran (6 x 45 menit).

Kegiatan Belajar 1:

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah pelatihan ini peserta didik dapat :

- Menjelaskan proses pembuatan besi.
- Menjelaskan jenis dan karakteristik besi tuang.
- Menjelaskan proses pembuatan baja.

a. Uraian materi

PROSES PEMBUATAN BESI

Pada umumnya dapur tinggi digunakan untuk mengolah bijih-bijih besi menjadi besi kasar. Didalam dapur tinggi tersebut terjadi proses peleburan, dan proses reduksi bijih-bijih besi menjadi besi kasar. Dapur tinggi dibuat dari batu tahan api yang dilapisi dengan mantel baja pada bagian luarnya dan mempunyai bentuk dua buah kerucut terpancung yang berdiri satu diatas yang lain pada alasnya. Bagian atas adalah tungkunya yang melebar kebawah, sehingga muatannya dengan mudah mengalir kebawah dan tidak terjadi kemacetan. Bagian bawah melebar keatas dengan maksud agar muatannya tetap berada pada bagian bawah.

Bahan-bahan yang digunakan dalam proses dapur tinggi untuk menghasilkan besi kasar yaitu :

Bijih besi.

Bijih besi merupakan bahan pokok dari dapur tinggi dan bijih besi tersebut didapat dari tambang setelah melalui proses pendahuluan.



Bahan tambahan.

Sebagai bahan tambahan biasanya digunakan batu kapur ($CaCO_3$), dimana batu kapur tersebut gunanya untuk mengikat abu kokas dan batu-batu ikutan hingga menjadi terak yang dengan mudah dapat dipisahkan dari cairan besi kasar. Dan terak itu sendiri didalam proses berfungsi sebagai pelidung cairan besi kasar dari oksidasi yang mungkin dapat mengurangi hasil yang diperoleh karena terbakarnya besi kasar cair tersebut. Tetapi jika batu-batu ikutan itu sendiri terdiri dari batu-batu basa, maka dipakai bahan tambahan yang asam, misalnya flourida kalsium ($CaFO_2$).

Bahan bakar.

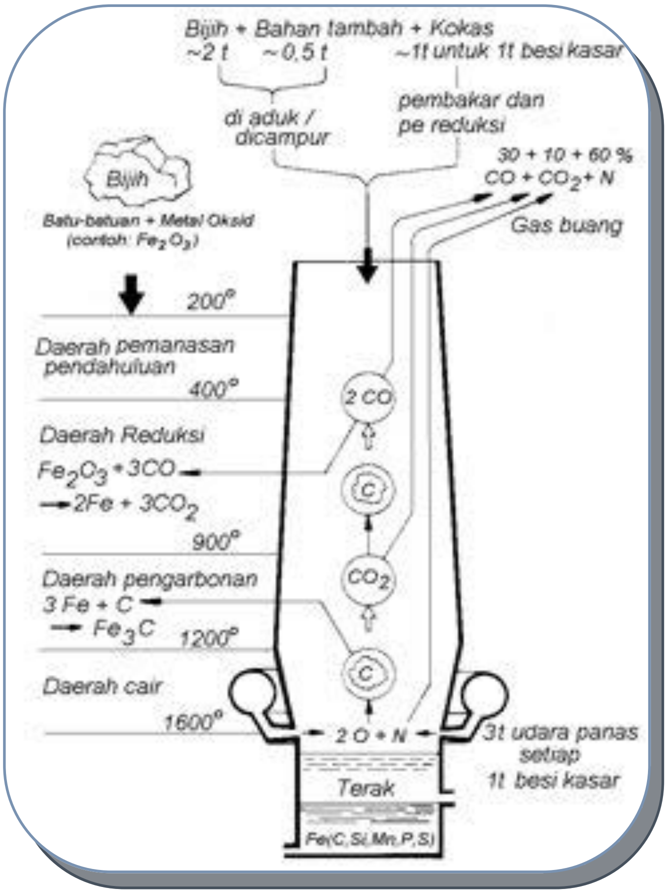
Bahan bakar yang sering digunakan untuk dapur tinggi adalah kokas. Kokas tersebut dibuat dari batu bara dengan jalan menyuling kering batu bara dalam perusahaan kokas. Dimana batu bara yang terdiri dari bagian-bagian seperti gas, ter, dan air dikeluarkan dari batu bara oleh suatu proses pemanasan dan yang tinggal hanyalah zat arang (C) dan abu,inilah yang dinamakan kokas.

Udara panas.

Udara panas digunakan untuk mengadakan pembakaran dengan bahan bakar yang menjadi CO_2 dan CO guna menimbulkan panas, juga untuk mereduksi bijih-bijih besi. Udara panas dihembuskan dengan maksud agar pembakaran lebih sempurna, sehingga kebutuhan kokas berkurang dan pemanasan udara tersebut dilakukan pada dapur pemanas cowper.

Proses dalam Dapur Tinggi.





Gambar 3.1

Proses Dalam Dapur Tinggi

Prinsip dari proses dalam dapur tinggi adalah proses reduksi, dimana bijih besi, bahan bakar, dan bahan tambahan dimasukkan kedalam dapur melalui lubang pengisian pada bagian atas dapur.

Didalam dapur tinggi terdapat 3 (tiga) daerah yaitu:

- Daerah pemanasan pendahuluan dengan suhu 200^0 C – 800^0 C.
- Daerah reduksi dengan suhu 800^0 C – 1400^0 C.
- Daerah pencairan / peleburan dengan suhu 1400^0 C – 1800^0 C.

Bahan-bahan yang baru dimasukkan melalui lubang pengisian lebih dahulu dikeringkan pada mulut dapur oleh gas panas dapur tinggi dan lebih kebawah lagi didalam dapur tinggi, maka temperaturnya tambah meningkat lebih panas,



disinilah terjadi perubahan oksid-oksid besi yang tinggi menjadi oksid-oksid besi rendah oleh karbon monoksida (CO) yang naik keatas, dan menurut rumus kimia sebagai berikut

$$Fe_3O_4 + CO \Rightarrow 3\,FeO + CO_2$$

$$3Fe_2O_3 + CO \Rightarrow 2\,FeO_4 + CO_2$$

$$FeO + CO \Rightarrow Fe + CO_2$$

Perubahan dengan CO ini dinamakan reduksi tidak langsung, dan ini berlangsung terus didalam seluruh daerah reduksi.

Pada suhu ± 535^{0}C, karbon monoksida mulai terurai menjadi karbon bebas dan karbon dioksida dengan reaksi kimia yaitu :

$$2\,CO \Rightarrow C + CO_2$$

Pada daerah suhu 400^{0}C – 600^{0}C, terjadi reaksi kimia yaitu :

$$Fe_3O_4 + CO \Rightarrow 3\,FeO + CO_2$$

Pada suhu ± 400^{0}C reduksi langsung terhadap bijih-bijih besi, dan terjadi reaksi kimia sebagai berikut :

$$Fe_2O_3 + 3C \Rightarrow 2\,Fe + 3\,CO$$

$$Fe_3O_4 + 4C \Rightarrow 3\,Fe + 4\,CO$$

Pada daerah suhu antara 700^{0}C – 900^{0}C reduksi langsung ferro oksida mulai membentuk besi spat yang mengandung karbon dan batu kapur terurai pada suhu ± 900^{0}C, dan terjadi reaksi kimia sebagai berikut :

$$CaCO_3 \Rightarrow CaO + CO_2$$

$$FeCO_3 \Rightarrow FeO + CO_2$$

Dan didalam daerah lebur terjadi juga reduksi langsung oleh karbon sendiri, terjadi reaksi kimia yaitu :



$FeO + C \Rightarrow Fe + CO$

Selanjutnya didalam daerah lebur terjadi terak cair dari batu kapur, batu ikutan, dan abu kokas, terjadi reaksi kimia yaitu :

$CaO + SiO_2 \Rightarrow CaSiO_3$ (silikat-kalsium)

dan bila bijih mengandung mangan (Mn) terjadi reaksi kimia yaitu :

$MnO + SiO_2 \Rightarrow MnSiO_3$ (silikat-mangan)

Sebagai hasil antara daerah reduksi dengan daerah lebur terjadi pula terak yang mengandung besi (FeSiO3) yang dibagian paling bawah dari daerah lebur dapat direduksi kembali oleh arang yang memijar dan terjadi reaksi kimia sebagai berikut :

$FeO + SiO_2 \Rightarrow FeSiO_3$ (terak besi)

$FeSiO_3 \Rightarrow FeO + SiO_2$ (penguraian)

$FeO + C \Rightarrow Fe + CO$ (reduksi)

Karena udara yang dimasukkan pada saluran tiup yang suhunya ± 900^0C, kokas terbakar menurut rumus $2C + O_2 \Rightarrow 2\ CO$, maka dihasilkan kalor yang diperlukan untuk dapat berlangsungnya proses. Tetapi karbon dioksida (CO_2) yang terjadi sebagian direduksi kembali oleh kokas memijar, yang letaknya lebih tinggi : $CO_2 + C \Rightarrow 2\ CO$.

Sehingga gas CO yang dipakai untuk proses reduksi selalu ada. Jadi kokas didalam dapur tinggi selain berfungsi sebagai kalor juga untuk mereduksi oksigen didalam bijih-bijih besi.

Jadi dapat disimpulkan bahwa proses-proses didalam dapur tinggi adalah :

- Proses reduksi dari besi oksida.
- Proses oksidasi karbon oleh oksigen.

Adapun hasil-hasil dari dapur tinggi adalah :



1. Besi kasar .
2. Terak.
3. Gas dapur tinggi.

Jenis dan Karakteristik Besi Tuang

Secara umum Besi Tuang (Cast Iron) adalah Besi yang mempunyai kandungan karbon 2.5% – 4%. Oleh karena itu Besi Tuang mempunyai sifat mampu las (*weldability*) yang rendah dalam arti sulit untuk dilas. Karbon dalam Besi Tuang dapat berupa sementit (Fe3C) atau biasa disebut dengan Karbon Bebas (*grafit*). Kandungan Fosfor dan Sulfur dari material ini sangat tinggi dibandingkan Baja.

Kelebihan besi tuang

1. Dapat dicetak dalam berbagai bentuk.
2. Tahan aus dan tahan karat.
3. Dapat dikerjakan dengan mesin.
4. Mampu meredam getaran, sehingga sering digunakan untuk body mesin.
5. Tahan terhadap tekanan yang besar.

Kelemahan besi tuang

1. Getas sehingga tidak terlalu kuat untuk menahan beban tarik.
2. Tidak terlalu elastic.
3. Sulit dilas.
4. Tidak bisa ditempa.

Ada beberapa jenis Besi Tuang (Cast Iron) yaitu :

1. BESI TUANG PUTIH (WHITE CAST IRON).Dimana Besi Tuang ini seluruh karbonnya berupa Sementit sehingga mempunyai sifat sangat keras dan getas. Mikrostrukturnya terdiri dari Karbida yang



menyebabkan berwarna Putih. Besi tuang ini memiliki sifat yang getas namun memiliki kekerasan yang sangat tinggi. Sifat yang dimilikinya menyebabkan besi tuang ini lebih aplikatif untuk suku cadang yang mensyaratkan ketahanan aus yang tinggi.

2. BESI TUANG MAMPU TEMPA (MALLEABLE CAST IRON).Besi Tuang jenis ini dibuat dari Besi Tuang Putih dengan melakukan heat treatment kembali yang tujuannya menguraikan seluruh gumpalan graphit (Fe_3C) akan terurai menjadi matriks Ferrite, Pearlite dan Martensite. Mempunyai sifat yang mirip dengan Baja.
3. BESI TUANG KELABU (GREY CAST IRON).Jenis Besi Tuang ini sering dijumpai (sekitar 70% besi tuang berwarna abu-abu). Mempunyai graphite yang berbentuk FLAKE. Sifat dari Besi Tuang ini kekuatan tariknya tidak begitu tinggi dan keuletannya rendah sekali (Nil Ductility).
4. BESI TUANG NODULAR (NODULAR CAST IRON)NODULAR CAST IRON adalah perpaduan BESI TUANG KELABU. Ciri Besi tuang ini bentuk graphite FLAKE dimana ujung – ujung FLAKE berbentuk TAKIK-AN yang mempunyai pengaruh terhadap KETANGGUHAN, KEULETAN & KEKUATAN oleh karena untuk menjadi LEBIH BAIK, maka graphite tersebut berbentuk BOLA (SPHEROID) dengan menambahkan sedikit INOCULATING AGENT, seperti Magnesium atau calcium silicide. Karena Besi Tuang mempunyai KEULETAN yang TINGGI maka besi tuang ini di kategorikan DUCTILE CAST IRON.

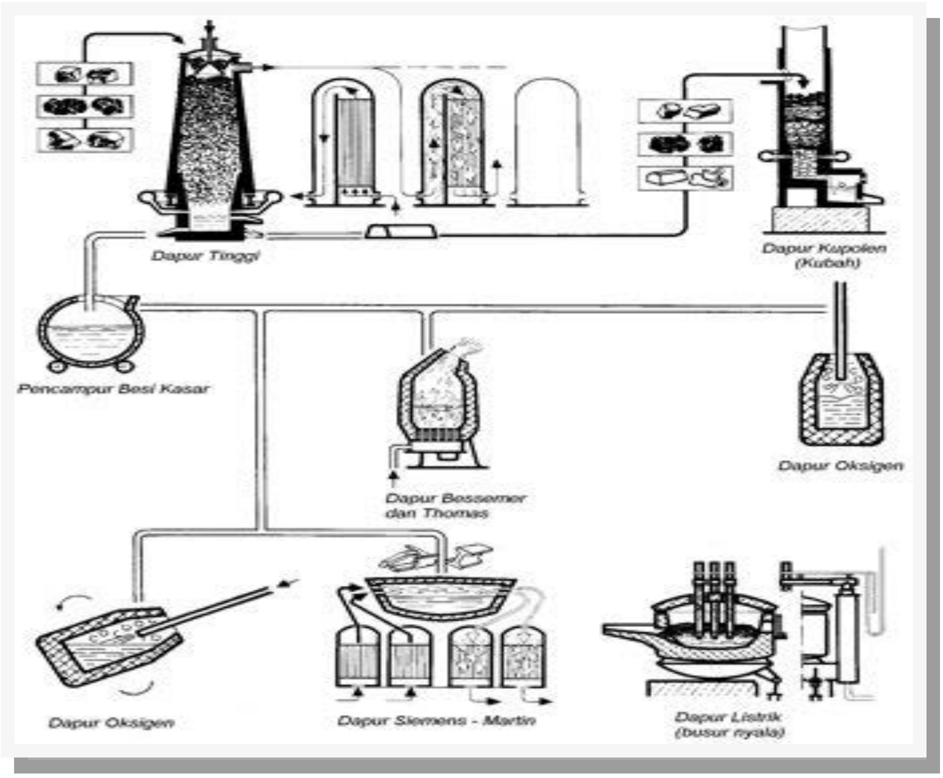
Proses Pembuatan Baja

Bahan dasar untuk pembuatan baja adalah besi kasar yang dihasilkan dari dapur tinggi, yang masih mengandung 90 % Fe, 3% - 5% karbon (C) dan masih ada juga kotoran-kotoran yang tidak berguna seperti Mangan (Mn), Silisium (Si), Phospor (P), dan Belerang (S) dan lain-lain. Dimana kotoran-kotoran tersebut tidak bisa dihilangkan didalam proses dapur tinggi, untuk itu kotoran-kotoran tersebut harus dihilangkan / dibakar hingga menjadi terak, yang dilakukan dengan bantuan Konvertor / dapur.

Ada beberapa jenis konverter atau dapur, yaitu:

1. Dapur Bessemer
2. Dapur Siemens – Martin
3. Dapur Oksigen (Linz - Donawitz)
4. Dapur Listrik

Dibawah ini merupakan proses pembuatan baja dari dapur tinggi sampai terbentuk cairan baja (*molten steel*) dengan berbagai jenis konverter/dapur



Gambar 3.2

Proses Pembuatan Baja

Konvertor Bessemer.

Konvertor Bessemer diciptakan oleh Henry Bessemer pada tahun 1855. Konvertor ini digunakan untuk mengubah besi kasar menjadi baja, dengan pengaruh oksidasi dari aliran udara panas dengan tekanan ± 2 – 2,5 N/cm^2 yang dihembuskan melalui besi yang sedang dalam keadaan cair kedalam konvertor dari bawah keatas dan membakar bahan-bahan bawaan (Si, P, Mn, S,



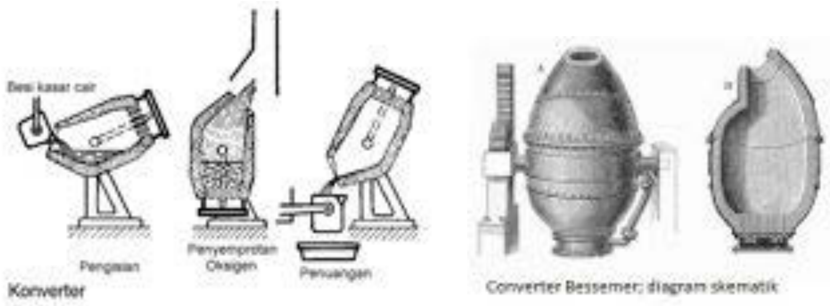
dan C). Proses pengolaannya sekitar 20 menit, kemudian paduan terbakar dan kalornya digunakan untuk mempertahankan agar besi tetap cair. Jika panas turun, maka ditambah ferro silisium dan jika mangan terlalu rendah, maka ditambah besi kasar cair atau mangan ferro cair.

Besi kasar diperlukan untuk mereduksi baja cair, dengan reaksi kimia sebagai berikut :

$$Si + 2\,FeO \Rightarrow SiO_2 + 2\,Fe$$

$$FeO + Mn \Rightarrow Fe + MnO$$

Kelemahan proses ini yaitu kadar phospor tidak dapat dihilangkan, karena phospor tersebut tidak dapat menjadi terak bila tidak diikat dengan batu kapur (CaO), dan bila ditambahkan batu kapur, lapisan batu tahan api (SiO_2) akan bereaksi dengan batu kapur. Hasil dari konvertor Bessemer ini disebut baja Bessemer yang banyak digunakan untuk pekerjaan konstruksi (Baja Konstruksi).



Gambar 3.3

Skema Konverter/Dapur Bessemer

Secara umum proses kerja konverter Bessemer yaitu :

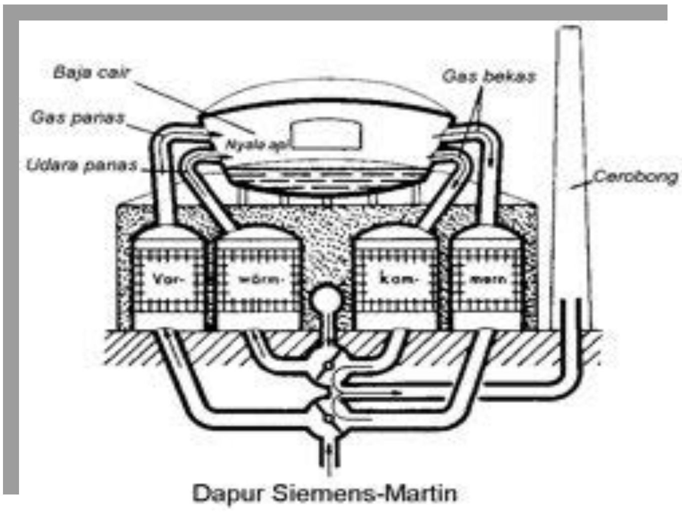
1. Dipanaskan dengan bahan bakar kokas sampai suhu 1500^{0}C.
2. Dimiringkan untuk memasukkan bahan baku baja (+1/8 dari volume kon-verter).
3. Konverter ditegakkan kembali.



4. Dihembuskan udara dengan tekanan 2 – 2,5 atm dengan kompresor.
5. Setelah 20 – 25 menit konverter dijungkirkan/dibalikan untuk menge-luarkan hasilnya.

Dapur Siemens – Martin

Dapur Siemens – Martin diciptakan pertama kali oleh Pierre Martin pada th. 1865. Dapur ini digunakan untuk mengolah baja dengan bahan baku besi kasar cair dan baja/besi bekas dan juga dapur tersebut memerlukan temperatur yang cukup tinggi (±1800^{0}C).



Gambar 3.4

Skema Dapur Siemens-Martin

Proses Martin (Dapur Siemens Martin)

Proses lain untuk membuat baja dari bahan besi kasar adalah menggunakan dapur Siemens Martin yang sering disebut proses Martin. Dapur ini terdiri atas satu tungku untuk bahan yang dicairkan dan biasanya menggunakan empat ruangan sebagai pemanas gas dan udara. Pada proses ini digunakan muatan besi bekas yang dicampur dengan besi kasar sehingga



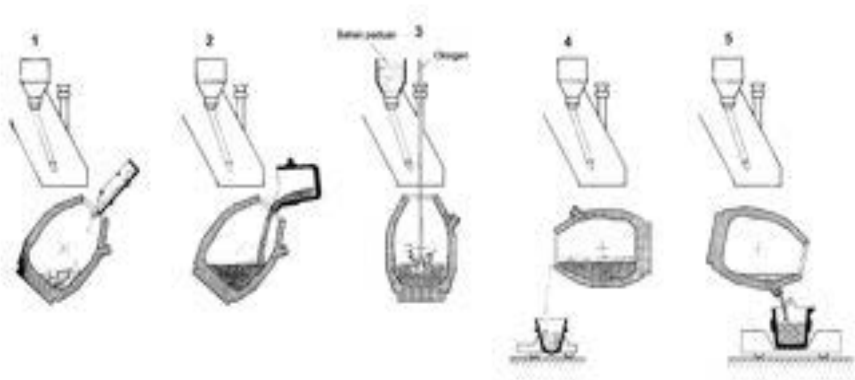
dapat menghasilkan baja dengan kualitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan baja Bessemer maupun Thomas.

Keuntungan dari proses Martin disbanding proses Bessemer dan Thomas adalah sebagai berikut :

a. Proses lebih lama sehingga dapat menghasilkan susunan yang lebih baik dengan jalan percobaan-percobaan.
b. Unsur-unsur yang tidak dikehendaki dan kotoran-kotoran dapat dihindarkan atau dibersihkan.
c. Penambahan besi bekas dan bahan tambahan lainnya pada akhir proses menyebabkan susunannya dapat diatur sebaik-baiknya.

Dapur Oksigen (Linz-Donawitz).

Dapur oksigen ini diciptakan oleh perusahaan Voest-Linz dan Alpine-Donawitz dari Austria setelah perang dunia II yang lalu. Konstruksi dari dapur ini berbentuk bejana dengan kapasitas hingga 300 ton.



Gambar 3.5

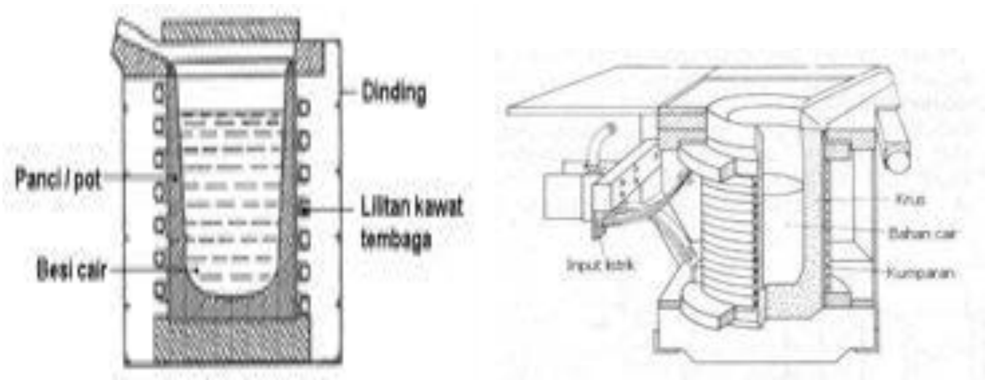
Proses Dapur Oksigen

Pertama konventer dimiringkan, kemudian besi-besi bekas disusul dengan besi kasar cair dimasukkan ke dalam konventer. Tahap berikutnya, oksigen disemburkan dari atas selama 10-20 menit. Karena di atas permukaan yang kontak dengan pipa sembur oksigen terjadi temperatur pembakaran yang



dalam cairan baja sehingga menimbulkan panas dalam cairan baja itu sendiri, sedangkan dinding dapurnya hanya menerima pengaruh listrik yang kecil saja.

- Dapur induksi frekuensi rendah, bekerja menurut prinsip transformator. Dapur ini berupa saluran keliling teras dari baja yang beserta isinya dipandang sebagai gulungan sekunder transformator yang dihubungkan singkat, akibat hubungan singkat tersebut di dalam dapur mengalir suatu aliran listrik yang besar dan membangkitkan panas yang tinggi. Akibatnya isi dapur mencair dan campuran-campuran tambahan dioksidasikan.
- Dapur induksi frekuensi tinggi, dapur ini terdiri atas suatu panci yang diberi kumparan besar di sekelilingnya. Apabila dalam kumparan dialirkan arus bolak-balik, maka terjadilah arus putar didalam isi dapur. Arus ini merupakan aliran listrik hubungan singkat dan panas yang dibangkitkan sangat tinggi, sehingga mencairkan isi dapur dan campuran bahan tambahan yang lain serta mengkoksidasikannya. Hasil akhir dari dapur listrik / dapur induksi disebut baja elektro yang bermutu sangat baik untuk digunakan sebagai alat perkakas misalnya pahat, alat tumbuk dan lain-lainnya.



Gambar 3.7

Skema Dapur Induksi



Proses Pembentukan Baja

Pada proses pembentukan ini dikenal dalam 2 cara pembentukan yaitu : Proses pembentukan panas dan proses pembentukan dingin. Dan yang dimaksud dengan pembentukan adalah memberikan bentuk bahan sehingga menjadi barang jadi atau setengah jadi.

Proses pembentukan secara panas (*Hot Working*).

Proses pembentukan secara panas adalah proses pembentukan secara plastis terhadap logam atau paduan yang dilakukan diatas temperatur rekritalisasinya.

Proses pengerjaan panas ini akan bisa menghemat penggunaan tenaga dan waktu selama proses, serta menghasilkan bentuk butiran yang halus dan seragam pada saat rekristalisasi.

Adapun Kerugian dari proses pengerjaan panas (Hot Working) adalah hasil yang didapat mempunyai permukaan yang buruk dan bersisik, karena pengaruh okasidasi dan sisik akibat proses tersebut , serta ketelitian dari ukuran umumnya sulit untuk dicapai karena adanya penyusutan. Dan biasanya setelah selesai pengerjaan panas selalu diikuti oleh proses dingin yang gunanya untuk memperbaiki kwalitas permukaan yang dihasilkan dan juga untuk mendapatkan ukuran yang teliti.

Proses Pembentukan secara dingin (*Cold Working*)

Proses pembentukan secara dingin adalah proses pembentukan secara plastis terhadap logam atau paduan yang dilakukan dibawah temperatur rekritalisasi.

Proses pembentukan dingin ini disamping untuk memperbaiki kwalitas hasil dan ketelitian dari ukuran, proses ini khusus digunakan untuk beberapa operasi yang tidak dapat dikerjakan secara panas, terutama pengerjaan "drawing" , karena ductilitynya biasanya akan berkurang pada suhu yang tinggi sehingga tegangan tariknya berkurang, maka dari itu bahan dengan mudah



tinggi, maka Phosphor akan terbakar terlebih dahulu baru kemudian Karbon. Dengan demikian Kadar P yang dicapai bisa lebih baik, yaitu 0,05%. Besi bekas yang bisa diikutsertakan untuk pembuatan baja hanya 40%.

Dapur Listrik

Dapur listrik digunakan untuk pembuatan baja dengan bahan baku besi kasar cair dan ditambah dengan baja-baja bekas. Dapur ini mempunyai keuntungan-keuntungan yaitu sebagai berikut :

- Dalam waktu singkat dapat mencapai temperatur yang tinggi, dan juga temperaturnya mudah untuk diatur.
- Dapat menghasilkan sumber kalor yang bersih dan tidak mempengaruhi susunan/struktur dari besi.
- Praktis tidak ada pengaruh udara luar (oksigen).

Sedangkan kekurangannya adalah biaya operasionalnya lebih mahal dan harga perlengkapannya juga lebih mahal.

Dapur listrik ini dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

1. Dapur Listrik Busur Cahaya.
2. Dapur Listrik Induksi.

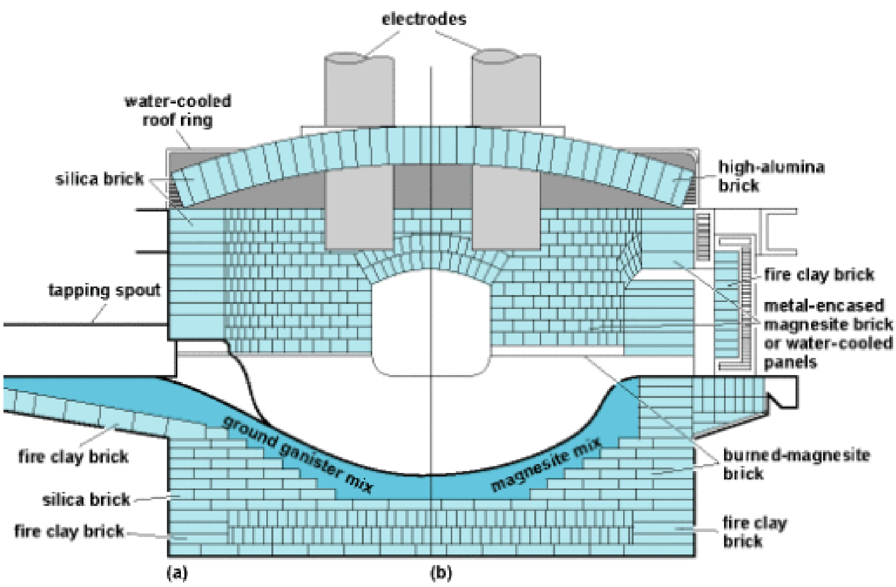
Dapur Listrik Busur Cahaya.

Dapur Listrik Busur Cahaya adalah peralatan yang digunakan untuk proses pembuatan logam / peleburan logam, dimana besi bekas dipanaskan dan dicairkan dengan busur listrik yang berasal dari elektroda ke besi bekas di dalam dapur.

Ada dua macam arus listrik yang bisa digunakan dalam proses peleburan baja pada dapur listrik busur cahaya yaitu arus searah (*Direct - Current*) dan arus bolak – balik (*Alternating - Current*). Dan yang biasa digunakan dalam proses peleburan adalah arus bolak-balik dengan 3 fase menggunakan *electroda graphite*.

Salah satu kelebihan dapur listrik busur cahaya dari *basic oxygen furnance* adalah kemampuan dapur listrik busur cahaya untuk mengolah besi kasar menjadi 100 % baja cair. Sedangkan kapasitas porduksi dari dapur listrik busur cahaya bisa mencapai 400 ton.

Dapur listrik ini dikembangkan oleh Dr. Paul Heroult (USA). Dapur busur listrik Heroult yang pertama dibuat untuk memproduksi baja, dibangun oleh Halcomb steel company di Syracuse, New York pada tahun 1906.



Gambar 3.6

Skema penampang dapur busur listrik – arus bolak balik.

Dapur Listrik Induksi.

Konstruksi dari Dapur ini berbentuk bejana yang disekelilingnya dililiti oleh kawat kumparan dari tembaga yang biasanya disebut dengan lilitan primer.

Dapur induksi dapat dibedakan atas dapur induksi frekuensi rendah dan dapur induksi frekuensi tinggi. Pada dapur induksi dibangkitkan suatu arus induksi

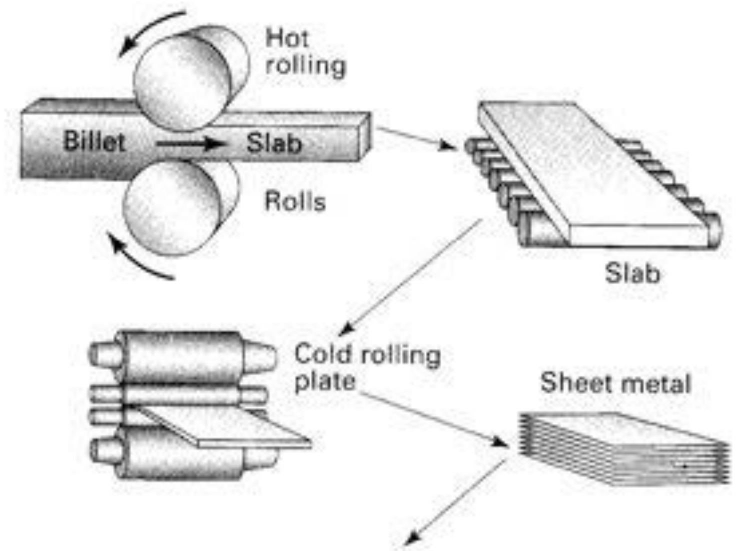


akan lebih cepat putus . Jadi malliabilitinya meningkat dengan naiknya suhu, akan tetapi ductilitynya umumnya berkurang.

Adapun pembentukan baja dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu misalnya dengan pengerollan (Rolling), tempa (Forging), penekanan (Extruding), penarikan (Drawing), dan pembengkokan (Bending).

Pengerollan (Rolling).

Dalam prinsipnya pengerolan itu adalah gabungan dari dua buah roll yang diataranya untuk merubah bentuk dari baja sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 3.8

Proses Pengerolan



Tempa (*Forging*).

Tempa dapat dilakukan dengan menumbuk atau menekan benda kerja ke lubang cetakan yang akan diberi bentuk sesuai dengan bentuk cetakannya.

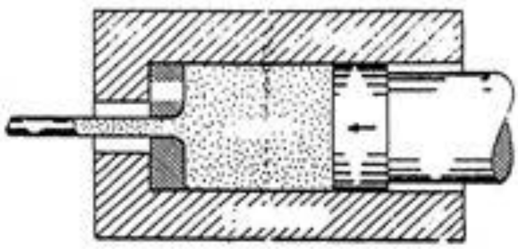


Gambar 3.8

Proses Tempa

Penekanan (Extruding).

Penekana bisa dilaksanakan secara pengerjaan panas atau pengerjaan dingin . Logam-logam yang dapat dikerjakan melalui proses ini yaitu : timah, tembaga, aluminium, magnesium, dan logam-logam paduannya.



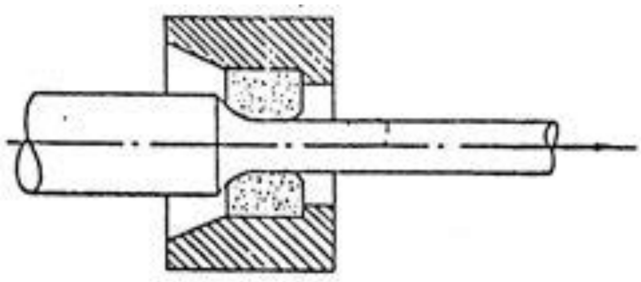
Gambar 3.9

Prinsip Penekanan



Penarikan (Drawing).

Penarikan adalah proses pengerjaan dingin yang khas, karena dibutuhkan ductility dari bahan yang akan ditarik. Batangan kawat dihasilkan dengan tarikan melalui cetakan.

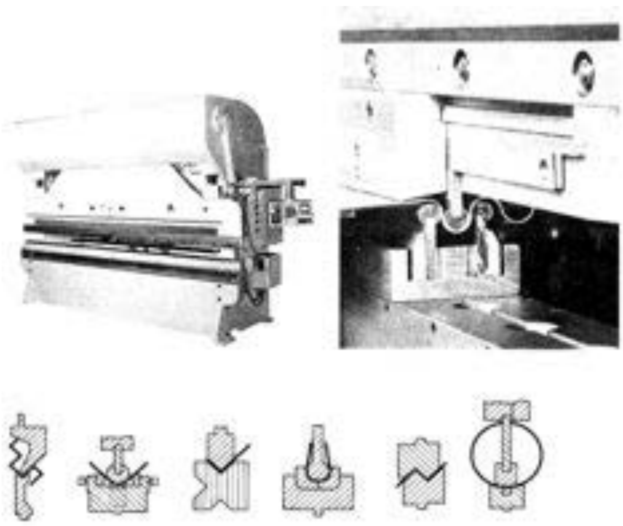


Gambar 3.10

Prinsip *Drawing*

Pembengkokan (Bending).

Pembengkokan merupakan proses pembentukan secara pengerjaan dingin yang menyebabkan perubahan plastis dari logam disekitar garis sumbunya.



Gambar 3.11

Proses *Bending*

Proses Pembentukan Pipa.

Proses pembentukan pipa dapat dilaksanakan dalam dua cara yaitu :

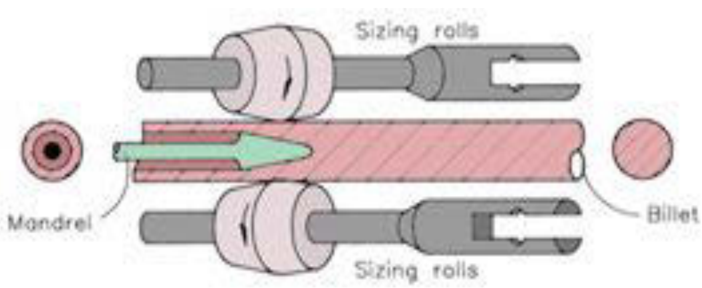
1. Proses pembuatan pipa dengan tanpa di las (Piercing).
2. Proses pembuatan pipa dengan di las (Welded Pipe).

Proses pembuatan pipa, tanpa di las (Piercing).

Piercing digunakan untuk membentuk tabung berdinding tebal tanpa sambungan (di las) yang dilaksanakan dengan cara pembentukan panas dan dapat dilaksanakan dalam dua cara yaitu :

1. Dengan Proses Pengerolan Mendatar :

   Dalam proses ini dipergunakan dua roll yang berbetuk drum. Dan jika sebuah balok didorong melalui roll ini , maka akan terjadi sebuah lubang di dalam balok yang di akibat kan dari tusukan sebuah penusuk yang dibuat licin dan bulat.



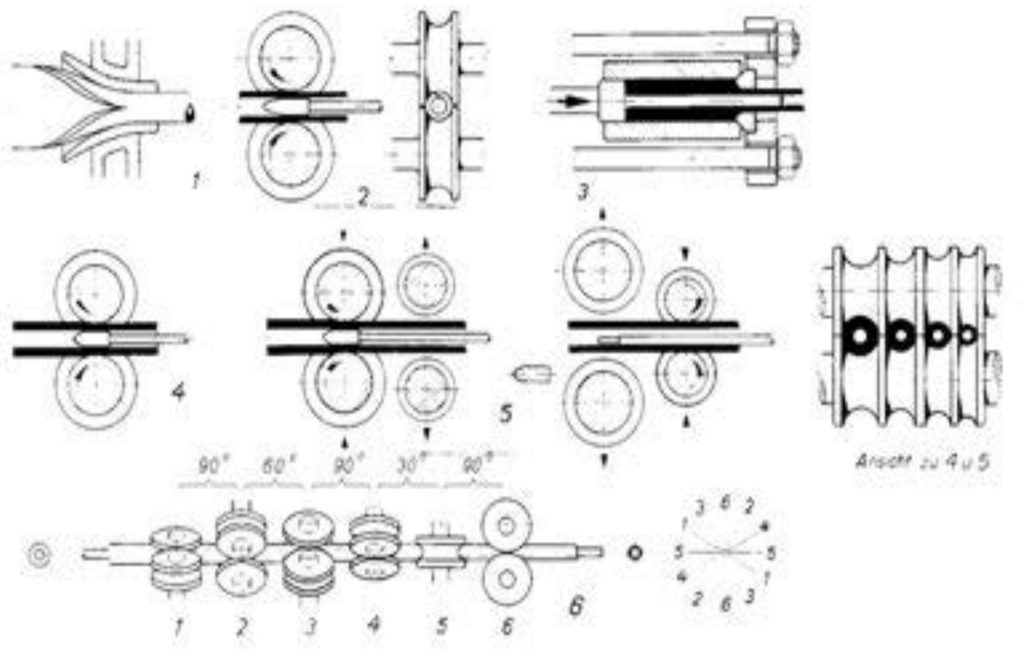
Gambar 3.12

Proses Pengerolan Mendatar

2. Dengan Proses Pengerolan Dorong :

   Dalam prose ini .balok baja ditempatkan dalam matriks. Dan setelah itu ditekan oleh suatu penusuk ke dalam balok dengan gaya yang besar. Dan dengan menggunakan penusuk tersebut balok di dorong melalui sejumlah roll besar sehingga berbentuk pipa.





Gambar 3.13

Proses Pengerolan Dorong

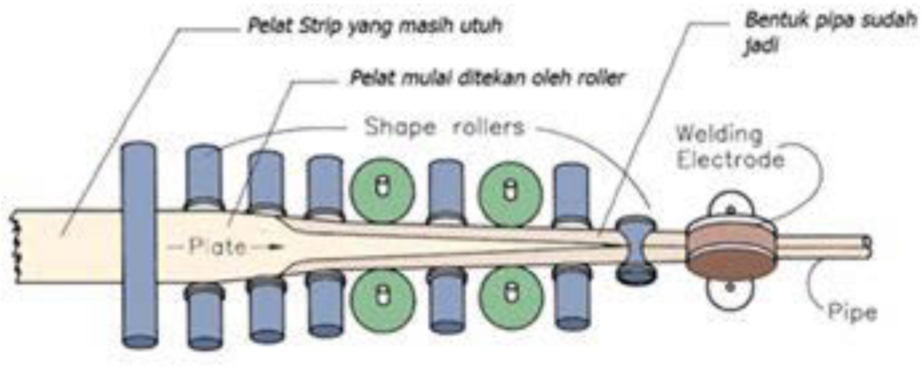
Proses Pembentukan Pipa, dengan di Las (Welded Pipe).

Proses pembuatan pipa dengan di las ini, dilaksanakan dalam dua sistem yaitu :

1. Pengerolan dengan sistem Fretz Moon :

   Dalam sistem ini pelat baja dibentuk menjadi bentuk tabung , yang kemudian kedua sisinya di las, yang terlebih dahulu kedua sisinya dipanasi sampai mencapai temperatur pijar.



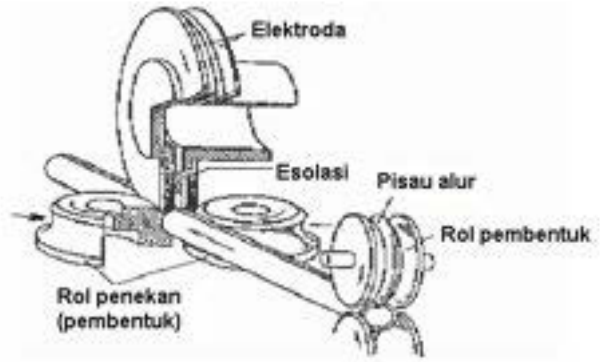


Gambar 3.13

Proses Pengerolan Sistem Fretz Moon

2. Pengerolan dengan sistem las resistansi listrik.

   Sistem ini biasanya digunakan untuk pembuatan pipa-pipa dengan diamater yang labih besar. Dan dalam sistem ini baja dibentuk terlebih dahulu sampai berbentuk tabung dan kemudian ke dua sisinya di las dengan menggunakan las resistansi titik.



Gambar 3.14

Proses Pengerolan Sistem Las Resistansi Listrik

b. Rangkuman

➢ Proses pembuatan besi dilakukan pada dapur tinggi, yang memproses bijih-bijih besi menjadi besi kasar. Didalam dapur tinggi terdapat 3 (tiga) daerah yaitu:



- Daerah pemanasan pendahuluan dengan suhu 200^0 C – 800^0 C.
- Daerah reduksi dengan suhu 800^0 C – 1400^0 C.
- Daerah pencairan / peleburan dengan suhu 1400^0 C – 1800^0 C.

Adapun hasil-hasil dari dapur tinggi adalah besi kasar, terak, dan gas dapur tinggi.

➢ Besi Tuang (Cast Iron) adalah Besi yang mempunyai kandungan karbon 2.5% – 4%. Ada beberapa jenis Besi Tuang (Cast Iron) yaitu :

1. Besi Tuang Putih
2. Besi Tuang Mampu Tempa
3. Besi Tuang Kelabu
4. Besi Tuang Nodular

➢ Proses pembuatan baja dimulai dari dapur tinggi yang menghasilkan besi kasar. Dari dapur tinggi ini kotoran-kotoran yang masih tersisa didalam besi kasar dihilangkan / dibakar hingga menjadi terak kedalam konverter / dapur untuk menghasilkan baja yang diinginkan. Ada beberapa jenis konverter atau dapur pembuatan cairan baja, yaitu:

1. Dapur Bessemer
2. Dapur Siemens – Martin
3. Dapur Oksigen (Linz - Donawitz)
4. Dapur Listrik

➢ Proses pembentukan baja dilakukan dengan 2 cara, yaitu; Pengerjaan panas dan pengerjaan dingin. Contoh proses pembentukan baja dengan pengerjaan panas antara lain; rolling, forging. Sedangkan contoh proses pembentukan baja dengan pengerjaan dingin antara lain; bending dan drawing.



c. Tugas

Melalui kerja kelompok, carilah salah satu komponen atau benda disekitar sekolah kalian yang terbuat dari baja. Identifikasikan proses pembuatan komponen yang kalian dapatkan. Tuliskan hasil laporan diskusi kalian kedalam format seperti pada contoh format di lembar kerja. Tunjukkan hasil diskusi kalian kepada guru dan teman kalian cara pembuatan komponen tersebut !

d. Tes Formatif

Jawablah soal-soal dibawah ini pada lembar jawaban yang sudah disediakan!

1. Jelaskan secara singkat proses pembuatan besi!
2. Jelaskan jenis dan karakteristik dari besi tuang!
3. Jelaskan secara singkat cara pembuatan baja !
4. Sebutkan cara-cara pembentukan baja !

e. Lembar Jawaban

1\.

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………

2\.

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………



……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………

3.

……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………4.

……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………
……………………………………

f. Lembar Kerja

Alat dan Bahan

1. Penggaris
2. Spidol Warna
3. Kertas Manila / Plano

Langkah Kerja

1. Amati komponen/benda dari baja yang ada disekitar sekolah kalian!



2. Identifikasikan benda tersebut kedalam proses pembentukannya!

3. Tuliskan analisis kalian kedalam format berikut :

No.	Nama Benda	Jenis Pengerjaan	Proses Pemben-
1			
2			
3			

4. Tunjukkan dan presentasikan hasil diskusi kalian dihadapan guru dan teman kalian!

Kegiatan Belajar: 2

Tujuan Pembelajaran:

Setelah pembelajaran ini peserta didik diharapkan dapat:

- Menjelaskan jenis dan karakteristik Baja.
- Memilih penggunaan jenis baja dalam aplikasinya.
- Menjelaskan perlakuan panas pada baja.

a.Uraian Materi

Jenis dan Karakteristik Baja

Pemakaian baja sebagai satu-satunya bahan Teknik baik secara teknis maupun secara ekonomis semakin hari semakin meningkat, hal ini dikarenakan baja memiliki berbagai keunggulan dalam sifat-sifatnya sebagaimana telah kita bahas pada uraian terdahulu, pemakaiannya sangat bervariasi dan hampir mencakup semua aspek kebutuhan bahan teknik seperti industri pemesinan, automotive, konstruksi bangunan gedung, industri pertanian hingga kebutuhan rumah tangga. Hal ini memberikan peluang bagi industri-industri pengolahan baja untuk menyediakan berbagai jenis baja dengan berbagai kualitas dan kuantitasnya.

Penggolongan / standarisasi bahan teknik atau baja khususnya menjadi sangat penting untuk memberikan kemudahan bagi konsumen secara luas,



terutama dalam memilih dan menentukan jenis baja yang sesuai dengan kebutuhannya, biasanya pemakai bahan dari baja sebagai bahan baku produknya akan mempertimbangkan jenis dan golongan dari baja tersebut.

Macam-macam Baja.

Baja berdasarkan pemakaiannya, dalam teknik dapat diklasifikasikan dalam 2 (dua) kelompok yaitu :

1. Baja Konstruksi.
2. Baja Perkakas.

Berdasarkan paduannya, baja dapat digolongkan dalam 3 (tiga) macam yaitu :

1. Baja yang tidak dipadu :

   Mengandung 0,06 s/d 1.5 % C. dan dengan sedikit mangan (Mn), Silisium (Si), Posphor (P), dan belerang (S).

2. Baja paduan rendah :

   Mengandung 0,06 s/d 1,5 % C. dan ditambah dengan bahan paduan maksimum 5 % (kurang dari 5 %).

3. Baja paduan tinggi :

   Mengadung 0,03 s/d 2,02 % C. dan ditambah dengan bahan paduan lebih dari 5 % bahan paduan.

Baja konstruksi.

Baja konstruksi banyak dipergunakan untuk keperluan konstruksi-konstruksi bangunan dan pembuatan bagian-bagian mesin.

Berdasarkan campuran dan proses pembuatannya, baja konstruksi tersebut dapat dibagi dalam 3 (tiga) kelompok yaitu :

- Baja karbon.
- Baja kwalitet tinggi.



- Baja spesial.

Baja konstruksi tersebut dalam pengguanannya ditentukan oleh kekuatan tarik minimumnya. Dan kekuatan tarik dari baja konstruksi ini akan semakin besar, bila kandungan karbon dari baja tersebut semakin tinggi. Akan tetapi dengan semakinnya kandungan karbon, maka baja akan menjadi rapuh. Demikian pula kemampuan untuk dikerjakan dengan cara panas, cara dingin, dan dengan mesin-mesin perkakas akan menjadi jelek.

Baja konstruksi tersebut mempunyai 2 (dua) group kwalitet, yang biasanya dilakukan dengan pemberian nomor kode 2 dan 3.

Contoh : St. 44 – 2 $\Rightarrow$ 2 menunjukan kode baja berkwalifikasi tinggi.

St. 44 – 3 $\Rightarrow$ 3 menunjukan kode baja berkwalifikasi istimewa.

Baja Perkakas.

Baja perkakas ini banyak dipergunakan untuk bahan membuat perkakas-perkakas seperti : stempel, kaliber, dan alat-alat potong.

Baja perkakas dikelompokkan berdasarkan :

- Keadaan paduan : Tidak dipadu, paduan rendah dan paduan tinggi.
- Bahan pedingin untuk pengerasan : Air , minyak , dan udara.
- Proses pengerjaannya : pengerjaan panas dan pengerjaan dingin.

➢ **Baja perkakas tanpa paduan.**

Baja perkakas tanpa paduan ini mempunyai sifat-sifat yang terpenting yaitu :

- Kandungan karbon (C) antara 0,5 s/d 1,6 %.
- Temperatur pengerasan antara 750º s/d 850º C.
- Temperatur tempering antara 100º s/d 300º C.
- Temperatur kerja samapi dengan 200º C.

Adapun penggunaan dari baja perkakas tanpa paduan ini sangat ditentukan oleh jumlah kandungan Karbon (C) nya. Contoh :



Kandungan Karbon	Digunakan untuk pembuatan	Sifat-sifat
0,5 %	Kapak, martil, landasan tempa	Sangat rapuh
0,8 %	Penitik, gunting, pisau	Rapuh
0,9 %	Perkakas tukang kayu, pahat	Rapuh, keras
1,2 %	Kikir, penggores, gunting	Keras
1,3 %	Mata bor, skraper	Keras, rapuh
1,5 %	Reamer, matras	Sangat keras

Baja dari group ini dapat dikeraskan dengan jalan dicelupkan ke dalam air. Dan pada temperatur kerja diatas 200 ° C kemampuan potongnya hilang, oleh karena itu banyak digunakan untuk pembuatan perkakas-perkakas yang tidak mempunyai temperatur kerja yang tinggi.

Baja paduan.

Dengan memadukan unsur-unsur logam lain terhadap baja paduan mempunyai maksud adalah sebagai berikut :

- Meningkatkan kekerasan.
- Memperbaiki sifat-sifat dari baja tersebut.

Adapun unsur-unsur paduan untuk baja paduan dapat dibagi dalam 2 (dua) kelompok yaitu :

- Unsur yang membuat baja menjadi kuat dan ulet/liat dengan menguraikannya ke dalam ferrite (seperti misalnya Ni, Mn, sedikit Cr dan Mo). Unsur-unsur tersebut diatas terutama dipergunakan untuk pembuatan baja konstruksi.
- Unsur-unsur yang bereaksi dengan karbon dalam baja akan membentuk karbida yang lebih keras dari sementit (seperti misalnya unsur-unsur Cr, W, Mo, dan V. Unsur-unsur ini terutama dipergunakan untuk pembuatan baja perkakas.



Pengaruh dari berbagai unsur untuk memperbaiki sifat-sifat baja dapat dilihat pada skema berikut ini :

Unsur ***Sifat-sifat***	**C**	**Si**	**Mn**	**Cr**	**Ni**	**W**	**Mo**	**V**	**Co**	**Al**	**Ti**
Kekuatan											
Kekerasan											
Elastisitas											
Tahan panas											
Daya hantar listrik											
Sifat magnetis											
Tahan korosi											
Tahan aus											
Perpanjangan panas											
Kemampuan tempa											

Keterangan :

: Mempertinggi / memperbaiki

: Mengurangi / memperjelek

Perlakuan Panas Pada Baja

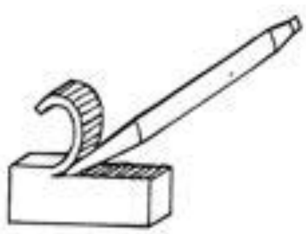
Perlakuan panas pada baja adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam baja dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat mekaniknya. Baja dapat dikeraskan sehingga tahan aus dan juga kemampuan memotong dapat meningkat atau dapat dilunakan untuk memudahkan proses dikerjakan dipemesinan. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam



dapat dihilangkan, ukuran butiran dapat diperbesar atau diperkecil. Selain itu ketangguhan dapat ditingkatkan atau dapat dihasilkan suatu permukaan yang keras disekeliling akan tetapi inti dari baja tersebut tetap ulet. Untuk memungkinkan perlakuan panas yang tepat, komposisi kimia baja harus diketahui karena perubahan komposisi kimia, khususnya karbon dapat mengakibatkan perubahan sifat-sifat fisis.

Dimana baja yang dibutuhkan dalam teknik sangatlah berbeda-beda antara lain dibutuhkan kekerasannya, ketahanan terhadap korosi, elastisitasnya, keuletannya / liat, lunak bisa diregang dan lain sebagainya.Seperti contoh – contoh dibawah

:



Pisau pahat dan pegangannya



Per membutuhkan sifat elastis



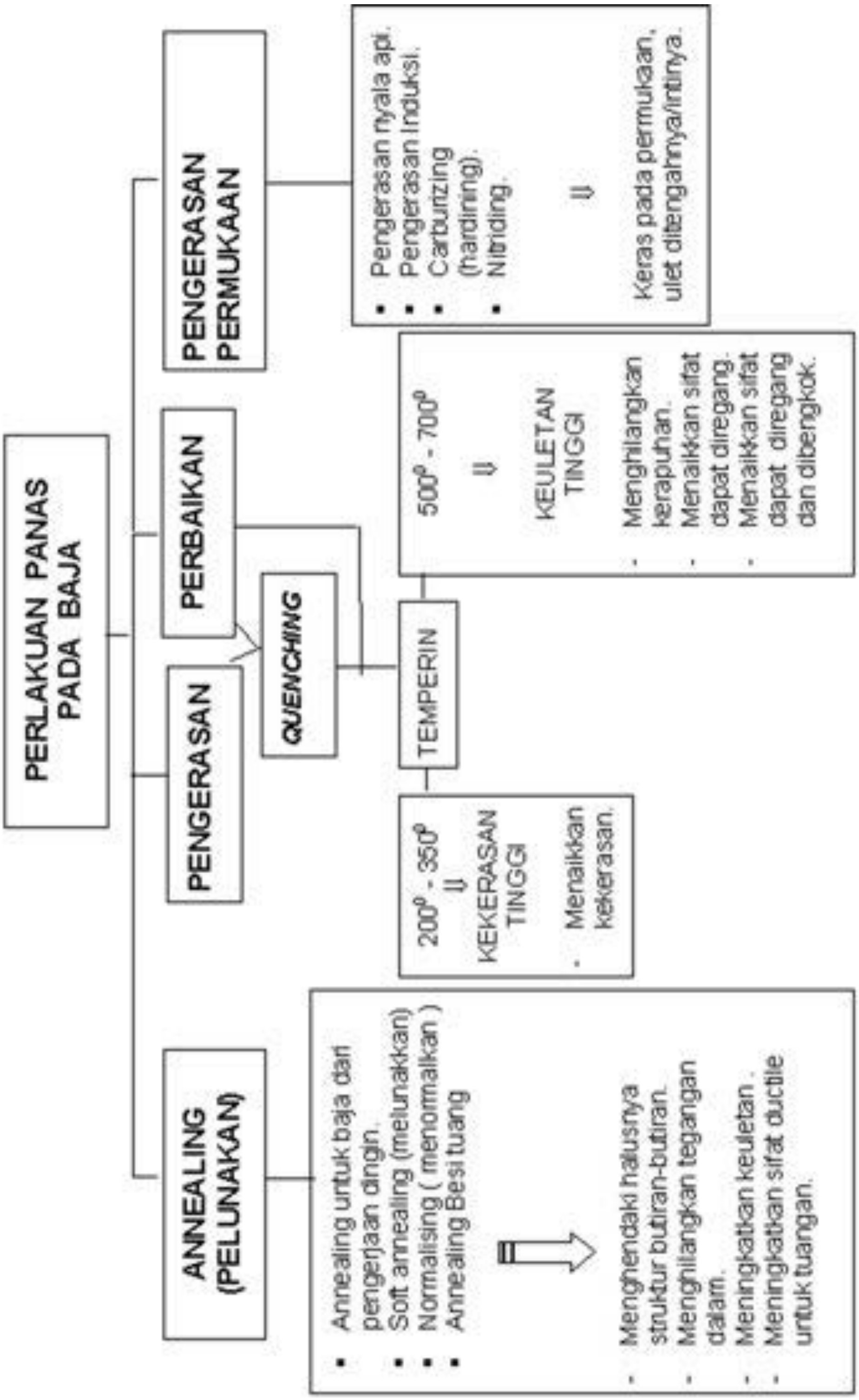
Gigi membutuhkan sifat abrasive (permkaan keras tetapi inti tetap ulet)

Baja sering juga dibutuhkan secara khusus, dan ini bisa diperoleh bukan dengan pilihan baja yang mau digunakan, akan tetapi dengan digunakan, akan tetapi dengan menggunakan perlakuan panas pada baja.



Gambar 4.1

Skema Perlakuan Panas Pada Baja





Pada prinsipnya proses perlakuan panas ada dua kategori, yaitu :

Softening (Pelunakan) : Adalah usaha untuk menurunkan sifat mekanik agar menjadi lunak dengan cara mendinginkan material yang sudah dipanaskan didalam tungku (annealing) atau mendinginkan dalam udara terbuka (normalizing).

Hardening (Pengerasan) : Adalah usaha untuk meningkatkan sifat material terutama kekerasan dengan cara celup cepat (quenching) material yang sudah dipanaskan ke dalam suatu media quenching berupa air, air garam, maupun oli.

Soft Annealing.

Soft Anealing adalah perlakuan panas logam dengan pendinginan yang lambat. Soft annealing ini bertujuanuntuk melunakkan baja. Dapat diberlakukan untuk semua baja, dalam hal memperbaiki sifat pemesinannya. Dan bagian-bagian yang akan mengalami pengerasan harus dilunakkan terlebih dahulu dengan cara Soft Annealing dan juga sebagai perlakuan pendahuluan sebelum proses pengerasan.

Contoh : Untuk Baja Dengan Kadar Karbon Kurang dari 0,83 % .

Prosesnya adalah sebagai berikut :

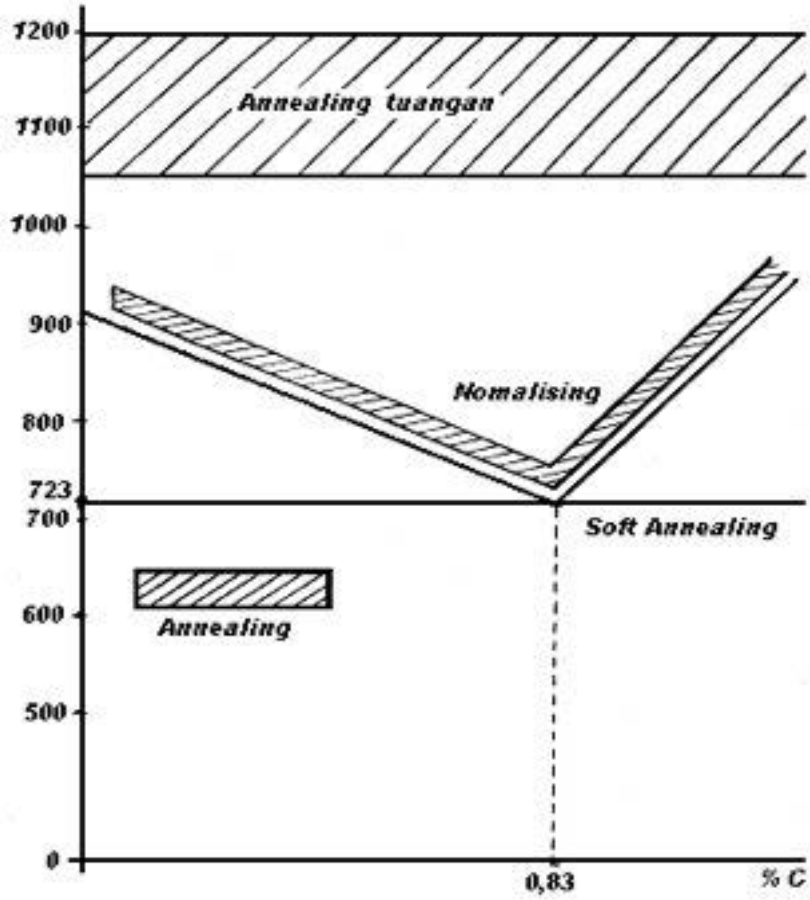
1. Benda kerja dipanaskan pada suhu kira-kira 700^0 C (sedikit di bawah suhu kritis bawah) selama $\pm$ 24 jam dan kemudian didinginkan di udara.
2. Dapat juga dipanaskan antara 722^0 dan 777^0 C kemudian diturunkan perlahan-lahan. Proses yang kedua ini adalah cara yang lebih baru dengan lebih menghemat waktu, tetapi dapur pemanas untuk cara ini harus tepat sekali temperatur pengontrolnya.

Contoh : Untuk Baja Dengan Kadar Karbon lebih dari 0,83 % .

Prosesnya adalah sebagai berikut :

Benda kerja dipanaskan hingga mencapai suhu antara suhu kritis atas dan suhu kritis bawah, dan kemudian didinginkan di udara, pada temperatur yang tinggi menghasilkan butiran yang kasar, sedangkan pada temperatur yang rendah

menghasilkan butiran-butiran yang halus. Untuk proses Annealing dari baja yang telah dikeraskan cukup memanaskan hingga 700^0 C kemudian didinginkan di udara.



Gambar 4.2

Diagram Annealing dan Normalising

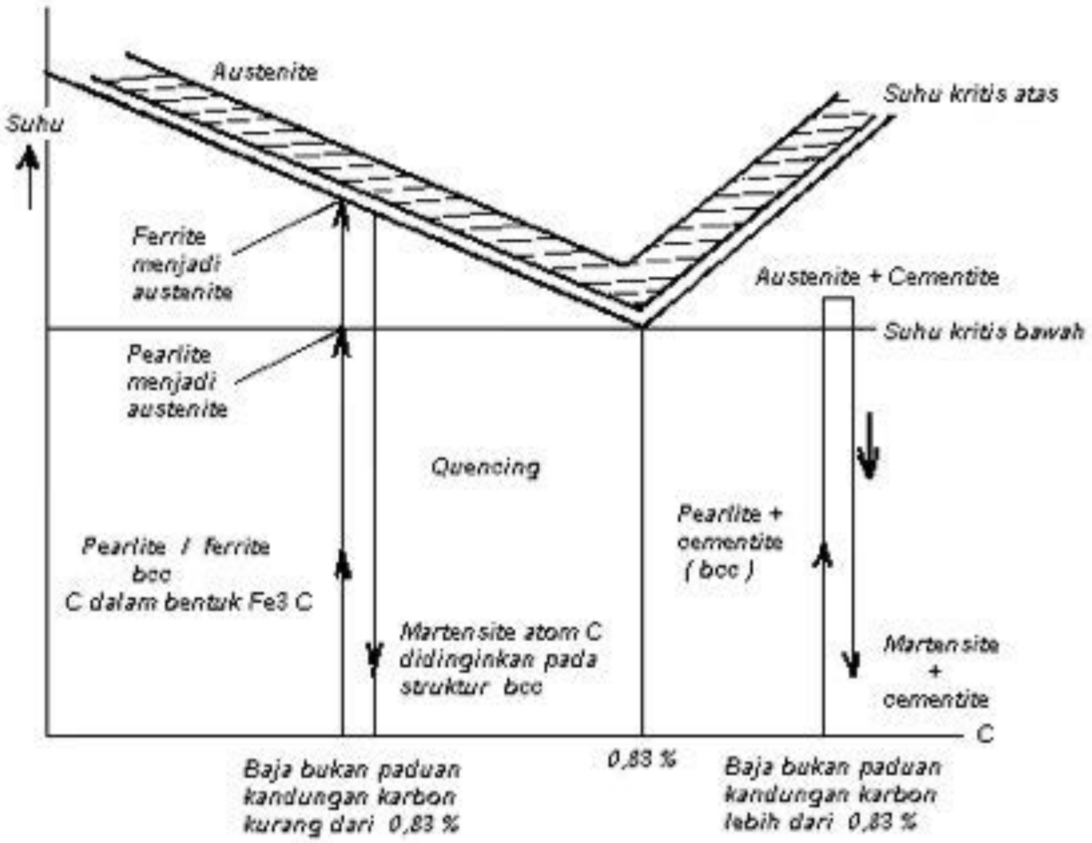
Normalising.

Normalising bertujuan untuk memperbaharui struktur butiran, agar semua pengaruh dari pengerjaan dingin atau panas dapat dihilangkan. Dan ini dapat dimanfaatkan untuk baja-baja konstruksi, baja rol, bahan yang mengalami penempaan.

Proses untuk mengerjakannya yaitu : Benda kerja dipanaskan sedikit di atas suhu kritis atas, setelah merata lalu didinginkan di udara. Dan setelah itu didapatkan hasil yaitu tegangan dalam dari benda kerja dapat dihilangkan, dan juga benda kerja akan menjadi liat / ulet (tidak rapuh lagi).

Mengeraskan.

Yang dimaksud dengan mengeraskan ialah memanaskan baja sampai temperatur tertentu dengan waktu tertentu pula pada temperatur itu, dan kemudian didinginkan dengan cepat ke dalam air, oli atau media pendingin yang lain, sehingga menimbulkan suatu susunan yang keras. Pengolahan panas dengan cara ini bertujuan untuk membuat logam menjadi keras, dan kebanyakan dilakukan untuk baja.



Gambar 4.3

Diagram Posisi Struktur Logam Pada Proses Hardening



Tujuan pengerasan yaitu: untuk memperoleh struktur Martensite yang keras, dan pemakaiannya untuk semua baja dengan karbon lebih dari 0,3 %

Adapun proses pengerasan yaitu :

Baja karbon bukan paduan, bagian yang kurang dari 0,83 % C dipanaskan hingga 30^0 – 50 ^{0} C di atas suhu kritis atas. Bagian yang lebih dari 0,83 % C dipanaskan hingga 30^0 C di atas suhu kritis bawah. Kemudian didinginkan (dikejutkan)pada media yang sesuai.

Pendinginan (quenching).

Apakah proses pengerasan (Hardening) berhasil atau tidak, ini banyak tergantung pada kecepatan pendinginannya yaitu kecepatan pada pendinginan bahan. Kecepatan pendinginan kritis terutama tergantung pada komposisi baja dan ukuran bagian yang akan didinginkan.

Kecepatan pendinginan dapat dikontrol dengan media quenching seperti :

- **Air ; Oli ; Udara.**

Tempering.

Yang dimaksud dengan tempering yaitu memanaskan baja sampai temperatur tertentu dengan waktu tertentu pula pada temperatur itu, dan kemudian didinginkan dengan perlahan – lahan di udara, supaya hasil dari pengerasan tersebut menjadi ulet / liat dan juga tetap keras. Pengolahan panas dengan cara tersebut biasanya di kerjakan pada baja yang baru selesai dikeraskan, karena baja itu menjadi keras dan juga rapuh. Dalam keadaan ini benda kerja tidak berguna untuk banyak tujuan penggunaannya, karena beban yang kecil saja sudah dapat mengakibatkan pecah. Benda kerja yang dikejutkan tidak boleh dijatuhkan dan penemperan tersebut harus segera dilaksanakan setelah pengejutan.

Pengerasan permukaan.

Seringkali komponen-komponen baja di inginkan hanya keras pada permukaannya saja, sedangkan inti atau porosnya tetap lunak. Hal ini



memberikan kombinasi yang serasi antara permukaan yang tahan pakai dan porosnya yang ulet.

Pengerasan permukaan terdiri dari tiga proses :

1. **Pengerasan bagian luar dari baja.**

   Digunakan untuk baja yang bisa dikeraskan secara normal, dengan kandungan C = 0,4 %.

2. **Carburizing (Case Hardening).**

   Digunakan untuk baja ulet yang biasanya tidak bisa dikeraskan yang mengandung C = 0,25 %.

3. **Nitriding (Penambahan zat lemas).**

   Digunakan untuk baja paduan yang mengandung Cr dan AL.

Pengerasan bagian luar dari baja.

Pengerasan bagian luar merupakan suatu proses pengerasan biasa, akan tetapi pada proses ini hanya baja dengan kandungan carbon yang cukup tinggi (lebih dari 0,4 %) yang dapat diperkeras dengan efektif.

Pengerasan bagian luar dapat di laksanakan dengan metoda :

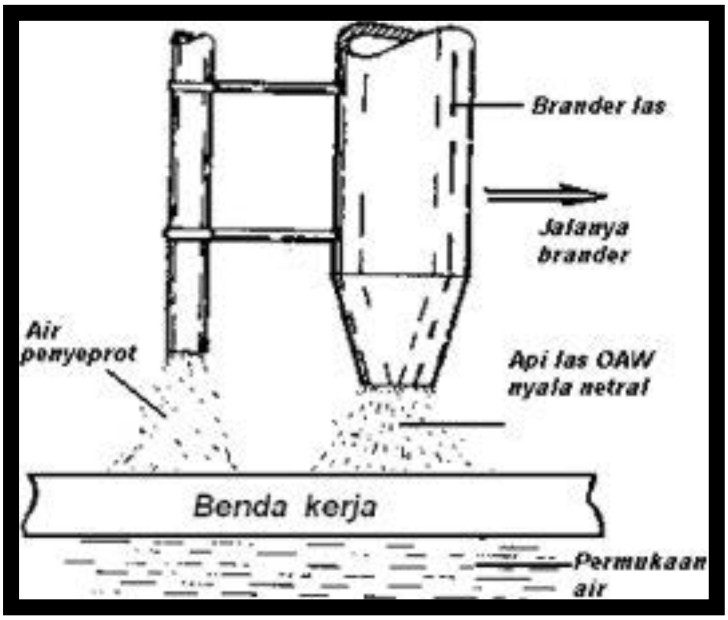
a. Pengerasan dengan nyala api (Flame Hardening).

b. Pengerasan dengan induksi.

Pengerasan dengan nyala api (Flame Hardening)

Proses ini sangat cepat untuk menghasilkan permukaan yang keras dari baja. Dimana dalam proses pengerasan ini permukaan benda kerja dipanaskan hingga suhu diatas suhu kritis atas, dengan menggunakan nyala api oxy – Acetiline dan setelah didapatkan panas yang diperlukan untuk pendinginan segera didinginkan secara cepat (di quench) dengan semprotan air.





Gambar 4.4

Proses Flame Hardening

Dengan proses ini didapat permukaan benda kerja dengan kulit yang kasar, dengan struktur martensit sedalam 1 - 3 mm, sedangkan intinya terdiri dari ferlite yang ulet. Dalamnya kulit yang keras tergantung dari kecepatan gerakkan api.

Pengerasan dengan induksi.

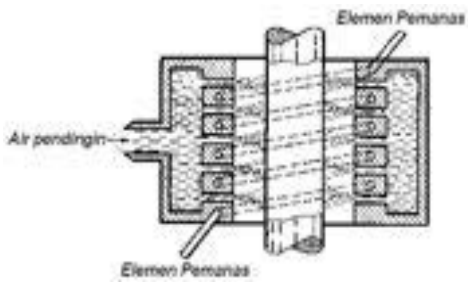
Proses ini serupa dengan prinsip pada prpses Flame Hardening, kecuali bahwa komponennya biasanya tetap diam dan sekelilingnya dipanaskan dengan suatu coil induksi. Coil ini dilalui arus frekwensi tinggi, dan menghasilkan arus " Eddy" pada permukaan komponen, yang menyebabkan naiknya suhu. Dalamnya pemanasan adalah terbalik dengan akar pangkat dua dari frekwensi, sehingga lebih tinggi frekwensi yang digunakan, semakin dangkal dalamnya pemanasan.



Macam penggunaan frekwensi :

- 3000 Hz untuk kedalaman 3 – 6 mm.
- 9600 Hz untuk kedalaman 2 – 3 mm.

Segera setelah permukaan komponen mencapai suhu yang diperlukan untuk pendinginan, arus dimatikan dan selanjutnya permukaan serentak disemprot air melalui lubang pada blok induksi.



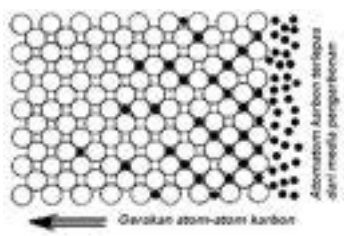
Gambar 4.5

Proses Pengerasan Dengan Induksi

Dari proses ini perlu dicatat, bahwa komponen yang diperkeras dipilih yang simetris, disamping itu masih ada bagian yang tetap lunak. Seperti juga pada proses Flame Hardening, proses induksi menggunakan bahan yang sudah mempunyai kandungan karbon sekurang-kurangnya 0,4 %.

Carburizing penambahan karbon (Case Hardening).

Proses carburizing didasarkan atas kemampuan baja untuk menyerap karbon pada temperatur atara 900 - 950 ^{0}C

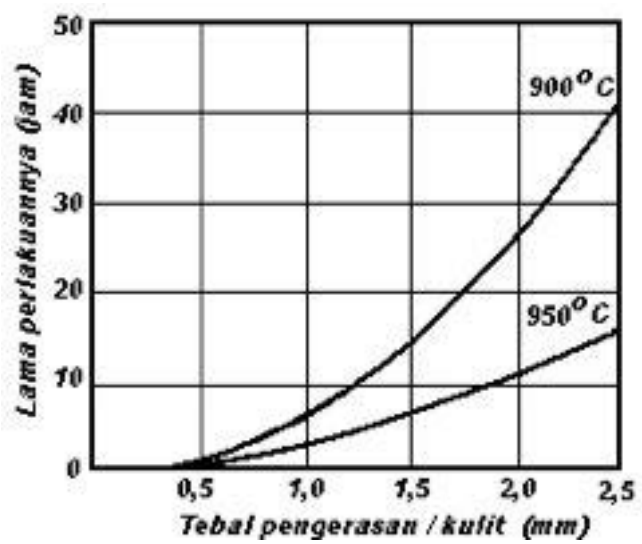


Gambar 4.6

Proses Case Hardening



Carburizing adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghasilkan permukaan keras pada baja yang berkadar karbon rendah (biasannya 0,1 – 2,5 mm). Dengan proses karburising ini didapat lapisan baja dengan kadar karbon 0,3 – 1,0 %, dengan tebal antara 0,1 – 2,5 mm tergantung lamanya pemanasan.



Gambar 4.7

Grafik hubungan lama pemanasan dengan tebal pengerasan

Nitriding.

Nitriding dan Carburazing mempunyai persamaan dalam hal memanaskan baja dalam waktu tertentu pada Medium Hardening, tetapi pada Case Hardening medium berisi karbon, dan dalam Nitriding berisi zat lemas (Nitrogen).

Baja Nitriding adalah baja paduan rendah yang mengandung Nikel, Vanadium atau Molibdenum. Pada proses Nitriding zat lemas masuk ke bagian luar dari pada baja dan terjadi hubungan Chromium atau Alumunium dengan zat lemas yang disebut "Nitrid". Nitrid itu sangat keras, jauh lebih keras dari pada kekerasan yang diperoleh melalui proses kekerasan biasa atau Carburizing.



c. Rangkuman

- Baja berdasarkan pemakaiannya, dalam teknik dapat diklasifikasikan dalam 2 (dua) kelompok yaitu :
    - Baja Konstruksi.
    - Baja Perkakas.
- Berdasarkan paduannya, baja dapat digolongkan dalam 3 (tiga) macam yaitu
  dapat digolongkan dalam 3 (tiga) macam yaitu :
    - Baja yang tidak dipadu.
    - Baja paduan rendah.
    - Baja paduan tinggi.
- Pada prinsipnya proses perlakuan panas ada dua kategori, yaitu :
  Softening (Pelunakan) : Adalah usaha untuk menurunkan sifat mekanik agar menjadi lunak dengan cara mendinginkan material yang sudah dipanaskan didalam tungku (annealing) atau mendinginkan dalam udara terbuka (normalizing).

  Hardening (Pengerasan) : Adalah usaha untuk meningkatkan sifat material terutama kekerasan dengan cara celup cepat (quenching) material yang sudah dipanaskan ke dalam suatu media quenching berupa air, air garam, maupun oli.

d. Tugas

1. Carilah komponen/benda yang terbuat dari baja yang mengalami proses perlakuan panas. Amati kemudian lakukan identifikasi dan analisiskan, proses perlakuan panas apa yang sudah terjadi pada benda yang kalian amati. Diskusikan bersama kelompok kalian, kemudian presentasikan hasilnya kepada guru dan teman kalian !



e. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan dibawah ini pada lembar jawaban yang sudah disediakan !

1. Jelaskan jenis dan klasifikasi dari baja !

2. Sebutkan 3 peralatan disekolah yang tergolong dari baja perkakas !

3. Mengapa proses hardening selalu diikuti dengan proses tempering ?

f. Lembar Jawaban

1.

....

....

....

....

....

....

....

.

2.

....

....

....

....

....

....

....

3.

....

....

....

....



....

....

....

.

g. Lembar Kerja



Kegiatan Belajar: 3

a. Tujuan Pembelajaran:

Logam Bukan Besi

Setelah kegiatan belajar berikut, peserta didik diharapkan dapat:

- Menjelaskan jenis dan karakteristik logam bukan besi.
- Memilih logam bukan besi untuk kebutuhan teknik.

b. Uraian Materi

Logam Bukan Besi (Non Ferrous).

LOGAM non ferro atau logam bukan besi adalah logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe). Logam non ferro murni kebanyakan tidak digunakan begitu saja tanpa dipadukan dengan logam lain, karena biasanya sifat-sifatnya belum memenuhi syarat yang diinginkan. Kecuali logam non ferro murni, platina, emas dan perak tidak dipadukan karena sudah memiliki sifat yang baik, misalnya ketahanan kimia dan daya hantar listrik yang baik serta cukup kuat, sehingga dapat digunakan dalam keadaan murni. Tetapi karena harganya mahal, ketiga jenis logam ini hanya digunakan untuk keperluan khusus. Misalnya dalam teknik proses dan laboratorium di samping keperluan tertentu seperti perhiasan dan sejenisnya.

Logam non fero juga digunakan untuk campuran besi atau baja dengan tujuan memperbaiki sifat-sifat baja. Dari jenis logam non ferro berat yang sering digunakan uintuk paduan baja antara lain, nekel, kromium, molebdenum, wllfram dan sebagainya. Sedangkan dari logam non ferro ringan antara lain: magnesium, titanium, kalsium dan sebagainya.

Adapun logam bukan besi (non ferrous metal) dapat diklasifikasikan sebagai berikut yaitu :

- Logam berat, mempunyai massa jenis ρ) $>$ 5 kg/dm^3.
- Logam ringan, mempunyai massa jenis (ρ) $<$ 5 Kg/dm^3.
- Logam berat dan logam ringan tersebut menurut keadaannya terdapat dalam 2 (dua) bentuk yaitu : Logam murni dan logam paduan.



Jenis dan Karakteristik Logam Bukan Besi

T e m b a g a.

Tembaga yang didapat dalam keadaan padat dalam bentuk batu-batuan dan juga sebagian besar diperoleh dari bijih-bijihan. Bijih-bijih tembaga dapat diklasifikasikan atas tiga golongan yaitu :

- Bijih sulfida.
- Bijih oksida.
- Biji murni (native).

Dari ketiga bijih-bijih tembaga tersebut yang terpenting adalah :

Mineral-mineral seperti : Chalcopyrite ($Cu\ Fe\ S_2$) dengan kandungan tembaga 34,6 %. Bornite ($5\ Cu\ S\ Fe_2\ S_3$) dengan kandungan tembaga 55 6 %, Chalcocite ($Cu_2\ S$) dengan mengandung 68,5%, Malachite $Cu\ C\ O_3\ Cu\ (OH)_2$ Dengan mengandung 57,4 % Tembaga , dan Native Copper (Cu) dengan mengandung tembaga murni 99,99%.

<u>Sifat-sifat tembaga.</u>

Tembaga mempunyai warna merah muda, dan mempunyai daya hantar listrik yang tinggi, dan selain mempunyai daya hantar listrik yang tinggi, daya hantar panasnyapun juga tinggi dan juga tahan terhadap karat. Oleh karena itu produksi tembaga ini sebagian besar dipergunakan untuk keperluan teknik listrik, untuk kelengkapan bahan radiator, untuk perlengkapan ketel-ketel, dan juga untuk alat-alat perlengkapan pemanasan (alat instalasi air pendingin). Kegunaan lain dari tembaga yaitu sebagai bahan untuk baut solder, untuk kawat-kawat jalan traksi listrik seperti kereta listrik, trem, dan sebagainya, untuk hantaran listrik diatas tanah, hantaran penangkal petir, untuk lapisan tipis dari kolektor, dan lain-lain.

Tembaga mempunyai titik cair 1083^0C, titk didihnya 2593^0C, massa jenisnya 8,9 kg/dm^3, dan kekuatan tariknya 160 N/mm^2. Tembaga mempunyai sifat mudah dibentuk dalam keadaan dingin seperti di roll, ditekuk, ditarik, ditekan, dan dapat juga ditempa. Akan tetapi bila tembaga tersebut sebelum



dibentuk, terlebih dahulu dipanaskan (dipijarkan) dan kemudian didinginkan secara cepat di dalam air, maka sifat-sifat getasnya bisa dihilangkan/ditiadakan dan tembaga tersebut akan menjadi lebih elastis dan lebih mudah lagi untuk dibentuk.

N i k e l.

Nikel mempunyai sifat yang keras, liat, dan juga bersifat magnetis. Nikel tersebut sangat cocok untuk dibuat paduan baja, karena dapat untuk memperbaiki sifat tahan terhadap korosi dan tahan terhadap pana

Bijih-bijih nikel dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) golongan yaitu :

- Bijih Sulfida.
- Bijih Silikat.

<u>Sifat-sifat N i k e l dan penggunaannya.</u>

Nikel mempunyai warna putih kekuning-kuningan dan mengkilat, massa jenisnya 8,9 kg/dm^3, titik leburnya 1450^{0}C, kuat, liat, tahan korosi, dan magnetis, dapat dilas dan di solder, dapat dibentuk dalam keadaan dingin maupun panas, sangat tahan terhadap pengaruh udara luar.

Nikel ini dapat digunakan sebagai bahan paduan pada logam paduan , contohnya baja krom nikel, untuk alat – alat perlengkapan bangunan dan per-lengkapan rumah tangga, untuk alat-alat ukur dan alat-alat kedoteran, dan un-tuk alat-alat listrik.

Seng (Zn).

Bijih- bijih seng terdapat dalam bentuk berbagai mineral-mineral dan yang terpenting antara lain : Hemomorphite (silikat seng) Z $\{ n_2SiO_4H_2, \}$ Smith Souite (karbonat seng)Z $\{ nCO, \}$ sulfid seng (ZnS), dsb.

<u>Sifat-sifat dan penggunaan seng yaitu :</u>

Seng mempunyai warna biru keabu-abuan (kelabu muda), massa jenisnya 7,1 kg/dm^3, titik leburnya 419^{0}C, titik didihnya 906^{0}C, dan tidak tahan terhadap air panas yang panasnya diatas 100^{0}C.

Seng ini dapat digunakan sebagai pelindung untuk menahan korosi, sebagai



bahan pelapis untuk baja seperti misalnya untuk pelapisan pipa air minum, sebagai dasar dari paduan penuangan cetak, dan sebagai unsur paduan dalam pembuatan kuningan.

Timah (Sn).

Timah mempunyaI 3 perubahan allotropi, pada kondisi normal antara 13^0 - 161^0 C disebut dengan timah beta, dimana dalam fase ini timah tersebut mempunyai warna perak dan dapat ditempa. Bila timah dipanaskan sampai dengan temperatur 161^0 C timah tersebut akan berubah menjadi timah gamma, dan pada fase inilan timah tersebut sangat rapuh dan mudah dihancurkan menjadi gentuk yang halus (menjadi serbuk). Dan bila pada temperatur dibawah 13^0 C timah tersebut menjadi timah alpha, pada fase ini struktur kristalnya adalah diamond.

Bijih timah yang banyak diperoleh dan bayak dikenal adalah bijih cassiterite (batu timah), dimana bijih ini berwarna kuning muda hingga coklat tergantung dari zat yang dikandungnya. Dan logam lain yang sering menyertai cassiterite adalah tungsten, tembaga, seng, timbel, dan beberapa mineral lainnya.

<u>Sifat-sifat dan penggunaannya adalah sebagai berikut :</u>

- Mempunyai warna putih perak berkilat, massa jenis 7,3 Kg/dm^3, titik leburnya 232^0C, sangat tahan terhadap korosi, dan sangat baik untuk di tuang dan di roll.
- Timah ini digunakan untuk melapisi pelat baja lunak , untuk bahan solder, dan dapat digunakan untuk bahan paduan.

Timbel (Pb).

Bahan dasar timbel adalah bijih timbel yang didapatkan dalam bentuk mineral-mineral antara lain galena (PbS), cerusoite ($PbCO_3$), dan anglisite ($PbSO_4$). Kadang-kadang bijih timbel lebih banyak mengandung seng dari pada timbel, sehingga dapat disebut bijih seng timbel.

<u>Sifat- sifat dan penggunaanya adalah sebagai berikut :</u>

Timbel ini berwarna abu-abu ke biru-biru an, logam ini sangat lunak dan mampu tempa yang baik, mempunyai sifat konduksi panas/listrik yang baik, kekuatan tariknya sangat rendah (15 - 20 N/mm^2), tahan terhadap korosi, mempunyai massa jenis 11,3 kg/dm^3, titik leburnya 328^0 C.

Timbel ini dapat digunakan sebagai pelindung kabel listrik, untuk kisi-kisi pelat accu, sebagai pelapis pada industri-industri kimia, sebagai bahan dasar dari paduan solder.



Kuningan (Cu-Zn).

Yang dimaksud dengan kuningan adalah campuran atau paduan antara tembaga (55 – 90 %) dengan seng serta sebagian kecil timbel.

Kuningan ini mempunyai sifat-sifat yaitu : warnanya kuning, massa jenisnya 8,4 - 8,9 kg/dm^3 , titik lebur lebih kurang 900^0 C, kekuatan tarik antara 200-600 N/mm^2, dan dapat dipotong dengan baik bila dicampur dengan timbel.

Adapun penggunaan dari kuningan ini adalah untuk pembuatan perlengkapan saniter, untuk alat-alat instrumen dan arloji, untuk bantalan-bantalan mesin, dan untuk alat-alat listrik.

Perunggu (Cu - Sn).

Yang dimaksud perunggu adalah campuran atau paduan antara tembaga (87%) dengan timah (7%) dan sedikit seng (3%), dan timbel (3%).

Sifat-sifat dari perunggu ini adalah mempunyai warna coklat merah, massa jenisnya 8,8 kg/dm^3, titik cairnya 1000^0C, kekuatan tarik dari paduan tempa adalah 550 – 750 N/mm^2, dan paduan tuang antara 150 – 250 N/mm^2,perunggu ini sangat tahan terhadap pengaruh udara luar (tahan terhadap korosi),dan dapat di patri keras (brazing) atau di patri lunak dengan baik.

Perunggu ini dapat digunakan untuk bantalan-bantalan poros mesin.

Paduan Nikel.

Sifat-sifat dari paduan nikel ada-



Paduan seng.

Paduan seng ini sebagian besar terdiri dari aluminium dan tembaga. Sifat-sifat dari paduan seng ini yaitu mempunyai kekuatan tarik antara 180 - 270 N/mm^2, sangat baik di patri dan di las, dapat di tuang dengan baik pada temperatur antara 450 - 540^0 C. Paduan seng ini dapat digunakan untuk alat-alat ukur dan bagian-bagian jam, serta dapat digunakan untuk alat fhotography dan onderdil mobil.

Aluminium (Al) dan paduannya.

Aluminium adalah logam yang paling banyak dipakai sesudah baja dan juga termasuk logam ringan. Sejak penemuan mesin dinamo oleh Siement pada tahun 1866, dan logam ini dapat diproduksi lebih ekonomis.Bahan baku untuk pembuatan aluminium adalah bauksid, dimana bauksid ini banyak diperoleh di Pulau Bintan Kepulauan Riau, Les Baux di Perancis Selatan, Jugoslavia, dan tempat-tempat lainnya.

Sifat-sifat dari aluminium ini yaitu:

- Mempunyai warna putih perak berkilat.
- Mempunyai massa jenis 2,7 kg/dm^3.
- Kekuatan tarik :
    - Aluminium yang di tuang : 85 - 115 N/mm^2.
    - Aluminium yang di annealing : 70 N/mm^2.
    - Aluminium yang di rol : 125 - 190 N/mm^2.
- Tahan terhadap korosi.
- Mempunyai penghantar panas / listrik yang baik.
- Lunak, ulet / liat, dan mudah dikerjakan.
- Dapat dipadu dengan logam berat atau dengan logam ringan lainnya.
- Dapat di las dan di patri keras (brazing).

Penggunaan dari aluminium ini yaitu antara lain :

- Karena sifatnya yang ringan, maka banyak digunakan dalam pembuatan kapal terbang, rangka kapal laut, kendaraan bermotor / sepeda, dan untuk bangunan –bangunan industri.
- Karena sifatnya yang ringan dan penghantar panas yang baik , maka banyak digunakan untuk keperluan pembuatan alat-alat masak.
- Karena konduksivitas listriknya tinggi dan relatif lebih murah jika dibandingkan dengan tembaga, maka banyak dipakai untuk kabel-kabel listrik.
- Jika dikehendaki konstruksi yang ringan dengan kekuatan yang tidak terlalu besar



lah sangat tahan terhadap korosi, mempunyai tahanan listrik yang tinggi.

Adapun jenis-jenisnya yaitu :

- Monel-metal yaitu paduan antara 68 % Nikel (Ni) dan 28% Tembaga (Cu), sedikit Besi (Fe) dan Mangan (Mn).
- Konstantan yaitu paduan antara 41 - 45 % Ni dan 55 - 59 % Cu.
- Nikel krom yaitu paduan antara 70 - 92 % Ni dan 8 - 30 % Cr.

Penggunaan dari paduan nikel ini yaitu:

- Monel-metal untuk bagian-bagian pompa dan katup-katup pengaman.
- Konstantan untuk thermo element.
- Nikel krom untuk kabel-kabel tahanan pada alat-alat pengaman listrik pada ketel

dapat dibuat dengan aluminium tuang.

Magnesium (Mg) dan paduannya.

Magnesium tergolong logam ringan, dan tahan terhadap karat karena adanya lapisan oksida magnesium. Memproduksi magnesium ini termasuk mahal karena untuk mengambilnya dari bijih kasar dipergunakan elektrolisa sebagai pengolahannya, serupa seperti yang dilaksanakan dalam peleburan aluminium.

Magnesium ini sangat mudah terbakar karena logam ini mempunyai daya gabung yang tinggi terhadap oksigen. Dalam hal ini bila terjadi kebakaran harus segera dipadamkan dengan pasir atau beram besi tuang, jangan dengan **air**.

Penggunaan magnesium dalam konstruksi mesin hanya dilaksanakan apabila faktor berat menjadi bahan pertimbangan. Dan magnesium ini dapat dipadu dengan aluminium, seng, dan mangan untuk memperoleh kekuatan tarik hingga 400 N/mm^2.

Titanium (Ti) dan paduannya.

Titanium adalah logam berwarna putih yang dalam keadaan cair bereaksi secara kimia dengan zat-zat yang lain, sehingga sulit dipisahkan, di cair kan dan di tuang. Dan dalam keadaan murni titanium ini mempunyai tegangan tarik maksimum 400 N/mm^2, akan tetapi apabila dipadukan dengan sejumlah logam lain seperti aluminium, timah, dan molibdenum akan didapat kekuatan tarik yang tinggi hingga 1400 N/mm^2 dan tahan terhadap temperatur yang tinggi.

Titanium ini mempunyai massa jenis yang rendah, tahan terhadap korosi, kekuatannya stabil pada tempertur yang tinggi, oleh karena itu banyak dipakai untuk kapal terbang dan kendaraan ruang angkasa.



c. Rangkuman

- Logam bukan besi adalah logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe).
- Logam non fero untuk kebutuhan teknik biasanya digunakan untuk campuran besi atau baja dengan tujuan memperbaiki sifat-sifat baja,, seperti ; nikel, kromium, molebdenum, wolfram , magnesium, titanium, kalsium dan sebagainya.
- Adapun logam bukan besi (non ferrous metal) dapat diklasifikasikan sebagai berikut yaitu :
  - Logam berat, mempunyai massa jenis ρ) > 5 kg/dm^3.
  - Logam ringan, mempunyai massa jenis (ρ) < 5 Kg/dm^3.
  - Logam berat dan logam ringan tersebut menurut keadaannya terdapat dalam 2 (dua) bentuk yaitu : Logam murni dan logam paduan.

d. Tugas

1. Sebutkan 3 logam bukan besi di sekitar sekolah kalian! Amati dan identifikasi terbuat dari bahan apa komponen/benda tersebut!? Buatlah argumentasi men-gapa benda tersebut dibuat dari logam bukan besi? Presentasikan hasil argu-mentasi kalian kepada guru dan teman kalian! (Tugas ini bisa dilakukan secara individu atau kelompok)

e. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan dibawah ini pada lembar jawaban yang sudah tersedia!

1. Sebutkan komponen/benda dirumah kalian yang terbuat dari logam bukan besi!
2. Jelaskan karakteristik dari Aluminium, Tembaga, dan Seng!

f Lembar Jawaban



1...

....

....

....

....

....

....

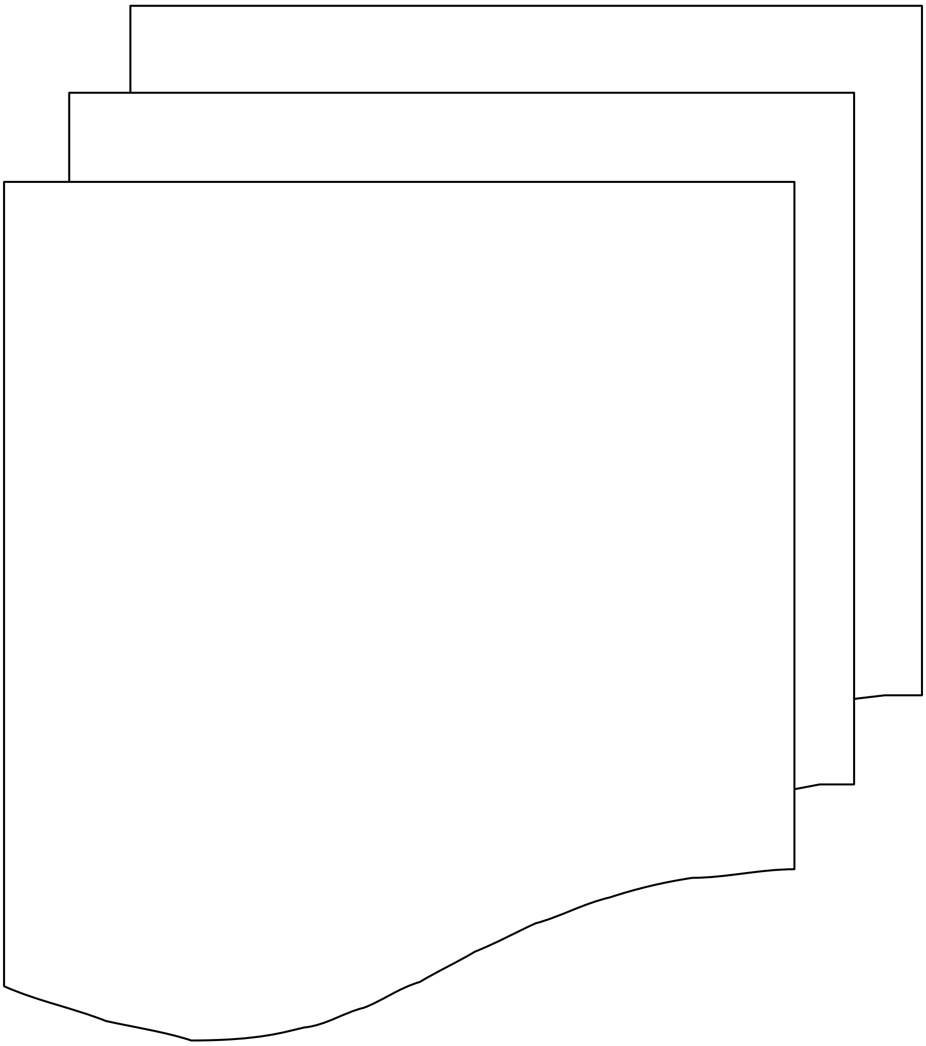
.

....

....

....

....





2.

…………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………..

g. Lembar Kerja



Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Pekerjaan Logam

Deskripsi Pembelajaran

Setiap aktifitas/pekerjaan manusia tak jarang membawa unsur yang membahayakan jiwa manusia. Bahaya yang mengancam manusia bisa berasal dari diri manusia itu sendiri maupun bahaya yang muncul dari pengaruh external yaitu lingkungan sekitarnya sendiri.

Guna mengantisipasi adanya unsur bahaya, maka diperlukan pengetahuan tentang K3 sebelum seseorang beraktifitas/bekerja. Ketika peserta didik akan memasuki materi praktek, setiap peserta didik dibekali dengan pengetahuan K3.

K3 untuk mata pelajaran Teknik Dasar Pengerjaan Logam ini diberikan 1 (satu) kali kegiatan belajar atau 6 x 45 mnt. Untuk mempelajari K3 ini, peserta didik diupayakan belajar melalui pendekatan saintifik yaitu mulai dari proses mengamati, menanya, menalar, mencoba serta mengkomunikasikan hasil yang sudah dipelajari.

Kegiatan Belajar 6

K3 PADA PENGERJAAN LOGAM

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran 6 peserta didik dapat :

- Memahami K3 untuk proses pengerjaan logam
- Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) secara tepat

b. Uraian Materi

Setiap orang yang bekerja memproses dan membentuk logam tidak akan lepas dari bahaya yang mengancam baik keselamatan maupun kesehatan



jiwa seseorang. Bahaya tersebut bisa berasal dari lingkungan tempat bekerja, mesin/peralatan, bahan yang diproses, maupun dari orang yang mengerjakan.

Untuk menghindari kecelakaan saat proses pengerjaan logam, setiap peserta didik harus terlebih dahulu memahami informasi-informasi dalam K3 dan selanjutnya mengaplikasikan pengetahuan yang didapat dalam proses kerja praktek. Misal; penggunaan APD secara tepat, mengkondisikan tempat kerja yang aman dan sehat, dan mengkondisikan penggunaan mesin / peralatan secara benar dan aman.

Pengertian K3

K3 merupakan singkatan dari Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Istilah ini akan sering dijumpai di tempat kerja baik di pabrik, kantor, bengkel, disekolah bahkan dijalan. Informasi yang sering kita lihat di tempat tersebut berkenaan dengan K3 antara lain banyaknya papan-papan peringatan, rambu-rambu, dan pesan-pesan yang dipasang disudut ruang, didinding maupun dipinggir jalan.

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) didefinisikan sebagai:

Suatu upaya perlindungan agar tenaga kerja selalu dalam keadaan selamat dan sehat selama melakukan pekerjaan di tempat kerja.

Aturan, Norma-Norma K3

Informasi tentang K3 dirasakan sangat penting untuk kelangsungan hidup dan pekerjaan manusia. Mengingat pentingnya keselamatan di dalam bekerja, maka Pemerintah Indonesia di dalam hal ini mengeluarkan Undang-Undang yang menjamin diberlakukannya keselamatan di dalam bekerja oleh setiap perusahaan. Undang-Undang pokok Keselamatan Kerja No. 1 tahun 1970 dikeluarkan dengan tujuan :

- Agar tenaga kerja dan setiap orang yang berada di tempat kerja selalu dalam keadaan sehat dan selamat



- Agar sumber-sumber produksi dapat dipakai dan digunakan secara efisien
- Agar proses produksi dapat berjalan secara lancar tanpa adanya hambatan

Rambu – Rambu K3

Rambu keselamatan kerja adalah alat bantu yang bermanfaat untuk membantu melindungi kesehatan dan keselamatan para pekerja dan pengunjung yang berada di tempat kerja.

Beberapa fungsi dari rambu keselamatan kerja adalah:

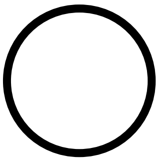
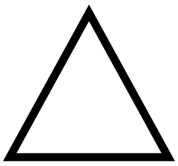
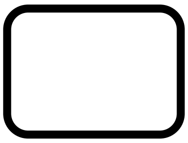
1. Menarik perhatian terhadap adanya bahaya keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Menunjukan kemungkinan adanya potensi bahaya yang mungkin tidak terlihat.
3. Menyediakan informasi umum dan memberikan pengarahan.
4. Mengingatkan para karyawan dimana harus menggunakan alat pelindung diri.
5. Mengindikasikan dimana peralatan darurat keselamatan berada.
6. Memberikan peringatan waspada terhadap beberapa tindakan atau perilaku yang tidak diperbolehkan.

Warna yang menarik perhatian digunakan juga untuk keperluan lainnya yang menyangkut keselamatan. Misalnya, warna untuk mengindikasikan isi aliran dalam pipa dan bahaya yang terkandung di dalamya.

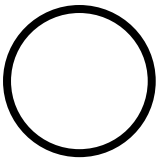
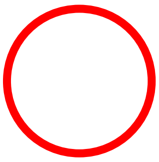
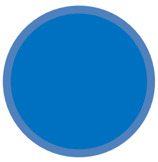
Pemilihan warna juga menuntut perhatian kemungkinan keadaan bahaya yang menyebabkan celaka, misalnya potensi akan adanya bahaya dikomunikasikan dengan warna kuning. Bila mana karyawan menyadari adanya bahaya disekelilingnya, kemudian melakukan tindakan pencegahan



dini. Sehingga kemungkinan terjadinya kecelakaan, luka, cacat atau kehilangan yang lainnya dapat dieliminir.

Bentuk Geometri Rambu Keselamatan		Maksud (Kelompok Rambu)	Uraian
1		**TANDA PERINTAH**	Sebuah lingkaran yang mengindikasikan **PERINTAH** yang harus ditaati
2		**TANDA WASPADA**	Sebuah segitiga yang mengindikasikan **PER-HATIAN** atau **BAHAYA**
3		**TANDA INFORMASI**	Sebuah bujur sangkar yang menyampaikan sebuah **INFORMASI**

Bagaimanapun juga manfaat rambu K3 adalah memberikan sikap waspada akan adanya bahaya, tetapi tidak dapat mengeliminasi atau mengurangi bahaya tesebut pada saat terjadi.

Bentuk Geometri Rambu Keselamatan	**Sub Kelompok (Bentuk dan Warna)**		**Uraian**
	**1.1**		**LARANGAN** Perintah yang tidak boleh dikerjakan
	1.2		**KEWAJIBAN** Perintah yang wajib dilaksanakan

Warna keselamatan kerja.



Warna Keselamatan		Warna Kontras (Simbol atau Tulisan		Makna
M	2.0	PU		WASPADA Mengindikasikan potensi atau sebuah resiko Larangan Pemadam Api
KUNING	3.1	H		Menyediakan informasi Perhatian / waspada Potensi Beresiko
HIJAU		PUTIH		ZONA AMAN / PERTOLONGAN PERTAMA / PERALATAN KESELAMATAN Zona Aman Pertolongan Pertama
BIRU	3.2	PU		PEMADAM API Wajib Ditaati Menyediakan Informasi Mengenai Peralatan Pemadam Api
		HITAM		Informasi Umum
	3.3			INFORMASI UMUM Menediakan informasi untuk umum

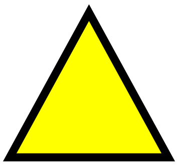
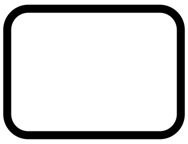
Pengelompokan rambu dibagi menjadi tiga:

1. Perintah
2. Waspada (bahaya, peringatan, perhatian)
3. Informasi

Setiap kelompok digambarkan dalam bentuk masing masing, kemudian

Sub Kelompok (Bentuk dan Warna)		Contoh Aplikasi (warna Simbol)		Uraian
1.1 Bentuk geo	elompok		HITAM amatan	Rambu DILARANGAN MEROKOK di areal ini
Sub kelompok rambu kesel 1.2 Simbol ramb	atan		PUTIH	rambu wajib MENGGUNAKAN PELINDUNG KESELAMATAN TANGAN di area ini



2.0			**HITAM**	Rambu WASPA-DA di area ini
3.1			**PUTIH**	Rambu lokasi PPPK
3.2			**PUTIH**	Rambu lokasi ALAT PEMADAM API RINGAN
3.3			**HITAM**	Rambu lokasi TOILET UNTUK PRIA

Dalam sebuah rambu biasanya terdapat simbol di dalammnya, biasanya berupa sebuah huruf atau gambar dengan dikelilingi garis membentuk pola geometri yang spesifik dan warna seperti contoh berikut ini.

sebab-Sebab terjadinya Kecelakaan

Suatu kecelakaan sering terjadi yang diakibatkan oleh lebih dari satu sebab. Kecelakaan akan dapat dihindari dengan cara menghilangkan hal-hal yang menyebabkan kecelakan tersebut.

Ada dua sebab utama terjadinya suatu kecelakaan. **Pertama**, tindakan yang tidak aman. **Kedua**, kondisi kerja yang tidak aman. Orang yang mendapat kecelakaan luka-luka sering kali disebabkan oleh orang lain atau karena tindakannya sendiri yang tidak menunjang keamanan.

Berikut ini beberapa contoh tindakan yang tidak aman :



1*. Menempatkan barang-barang atau benda kerja tidak pada tempat yang semestinya .* \	
2. Berlari-lari di dalam bengkel (bekerja sambil bercanda, dll).	

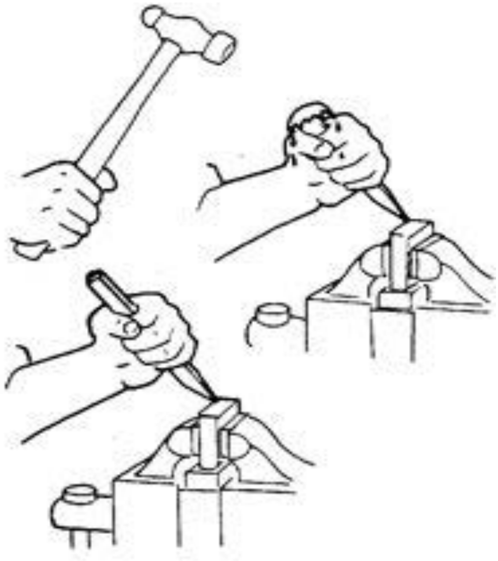
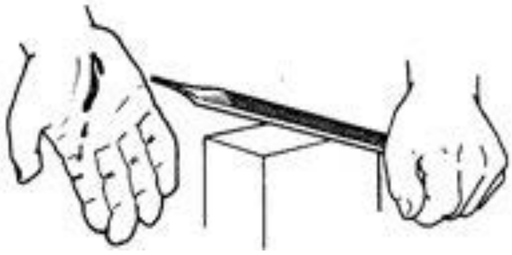


3. Menggunakan alat-alat yang tidak layak pakai / rusak atau lingkungan kerja yang tidak aman.	

Berikut ini beberapa contoh kondisi kerja yang tidak aman :

1. Lingkungan kerja tidak bersih (ada oli atau bahan minyak yang tertumpah dilantai)	



2. Alat-alat kurang perawatan	
3. Alat-alat tidak mempunyai pengaman atau komponen alat tidak lengkap.	
4. Tidak memperhatikan lingkungan kerja.	

<table>
<tr>
<td>5. Model pakaian kerja yang TIDAK dianjurkan.

- memakai dasi

- lengan baju longgar dan panjang

- rambut panjang tidak tertutup

- sepatu tinggi

- memakai gelang,</td>
<td></td>
</tr>
</table>

Identifikasi dan Pengontrolan Bahaya

Bahaya di tempat kerja adalah segala sesuatu di tempat kerja yang dapat

melukai anda, baik secara fisik maupun mental.

- Bahaya terhadap keselamatan adalah yang dapat mengakibatkan kecelakaan dan luka secara langsung.
  Contoh : benda-benda panas, benda-benda tajam dan lantai yang licin
- Bahan kimia berbahaya adalah gas, uap, cairan, atau debu yang dapat membahayakan tubuh.
  Contoh : bahan-bahan pembersih atau pestisida
- Ancaman bahaya lainnya adalah hal-hal berbahaya, yang belum termasuk dalam katagori diatas, yang dapat melukai atau



mengakibatkan sakit. Bahaya ini terkadang tidak tampak jelas karena tidak mengakibatkan masalah kesehatan dalam waktu dekat.

No.	TEMPAT	BAGIAN	IDENTIFIKASI BAHAYA	PENGONTROLAN BAHAYA
1.	Bengkel Las	Ergonomi	Kursi yang digunakan untuk membuat pola besi tidak ergonomis	Kursi tersebut diganti dengan kursi yang ergonomis
		Ventilasi	Pada bengkel terasa panas, dikarenakan tidak ada cycloon	Diberi ventilasi dapat berupa cycloon
2.	Bengkel Mesin	Peralatan	Tempat penyimpanan peralatan tidak rapi, dan berantakan	Peralatan disimpan dengan rapi pada rak
		Ventilasi	Pada bengkel terasa panas, dikarenakan tidak ada cycloon	Diberi ventilasi dapat berupa cycloon

Contoh : kebisingan, penyakit menular, atau gerakan yang berulang-ulang

Berikut Contoh Identifikasi dan Pengontrolan Bahaya di Tempat Kerja

Penyakit Akibat Kerja

Setiap pekerjaan akan mendatangkan resiko bagi pekerja yang mengerjakannya. Resiko ini bisa berupa penyakit yang akan diderita oleh setiap pekerja akibat pekerjaan yang berulang-ulang dan dilakukan dalam waktu yang panjang. Penyakit akibat kerja ini jelas akan semakin cepat dirasakan oleh setiap pekerja jika tidak menggunakan alat pelindung diri yang tepat serta tidak menghiraukan aturan kerja.



Beberapa resiko penyakit akibat kerja dibidang pengerjaan logam antara lain:

1. Tuli, akibat suara keras dari proses pengerjaan logam
2. Liver dan Ginjal, akibat sering menghirup dan menyentuh zat pelarut cat.
3. Sakit mata permanen, akibat sering terkena sinar yang keluar dari proses pengelasan.
4. Paru-paru basah, akibat sering menghirup Ozone dan Nitrogen Oxides dari proses las GMAW, GTAW, Plasma Cutting.
5. Sakit pada persendian, akibat pekerjaan berulang-ulang yang memerlukan gerakan pada sendi.
6. Sakit pada tulang belakang, akibat pekerjaan berulang-ulang mengangkat beban.

Alat Pelindung Diri (APD)

Pengertian Alat Pelindung Diri

Menurut OSHA atau Occupational Safety and Health Administration, pesonal protective equipment atau **alat pelindung diri (APD)** didefinisikan sebagai alat yang digunakan untuk melindungi pekerja dari luka atau penyakit yang diakibatkan oleh adanya kontak dengan bahaya (hazards) di tempat kerja, baik yang bersifat kimia, biologis, radiasi, fisik, elektrik, mekanik dan lainnya.

Jenis-jenis Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri diklasifikasikan berdasarkan target organ tubuh yang berpotensi terkena resiko dari bahaya.

Mata

Sumber bahaya: percikan logam padat dan cair, debu, , gas, uap serta radiasi.



APD: safety spectacles, goggle, faceshield, welding shield.

Alat pelindung mata harus disediakan bagi pekerja ketika rentan terhadap potensi bahaya terhadap mata selama bekerja. Beberapa kriteria untuk memilih pelindung mata adalah sebagai berikut:

- Alat pelindung mata harus melindungi dengan tepat terhadap bahaya – bahaya khusus yang ditemui di tempat kerja.
- Enak untuk dipakai.
- Tidak membatasi penglihatan dan gerakan.
- Harus tahan lama dan mudah dibersihkan



Telinga

Sumber bahaya: suara dengan tingkat kebisingan lebih dari 85 dB. APD: ear plug, ear muff,canal caps.

Pekerja akan mendapatkan suara yang berlebihan tergantung dari beberapa faktor di bawah ini :

Bagaimana kekuatan suara diukur dalam desibel (dBA).

- Apakah durasi suara yang didengan oleh pekerja sangat lama.
- Apakah pekerja bergerak diantara dua tempat kerja yang terpisah dengan tingkat suara yang berbeda.
- Apakah suata tersebut dihasilkan berasal dari satu sumber atau bermacam – macam sumber.



Kepala

Sumber bahaya: tertimpa benda jatuh, terbentur benda keras, rambut terlilit benda berputar.

APD: helmet, bump caps .





Kita harus menyediakan alat pelindung kepala jika :

- Ada benda yang jatuh dari atas langsung ke kepala kita.
- Bekerja pada listrik yang bersifat konduktor.
- Ada benda seperti pipa, batang di atas kepala.

Pada umumnya helm pelindung atau tutup kepala yang keras mempunyai kriteria sebagai berikut :

- Tahan terhadap penetrasi benda.
- Menyerap pukulan.
- Tahan terhadap air dan lambat untuk terbakar

Pernapasan

Sumber bahaya: debu, uap, gas, kekurangan oksigen.

APD: respirator, breathing apparatus

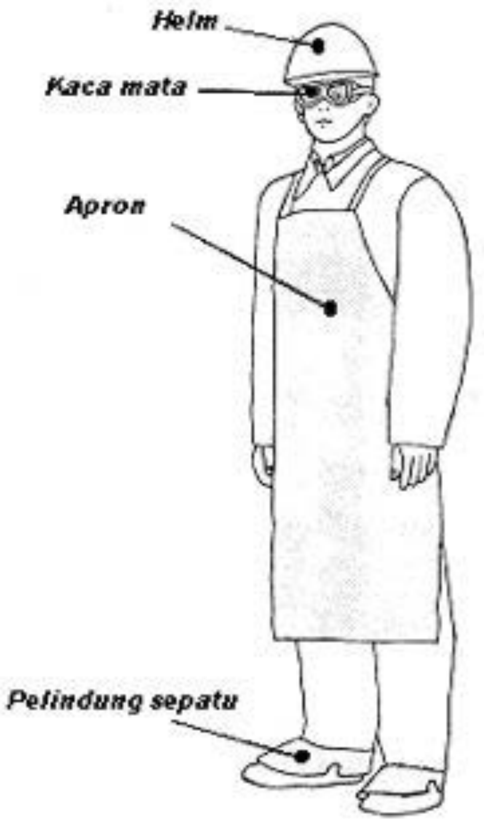


Tubuh

Sumber bahaya: percikan logam cair.

APD: apron, full body suit.

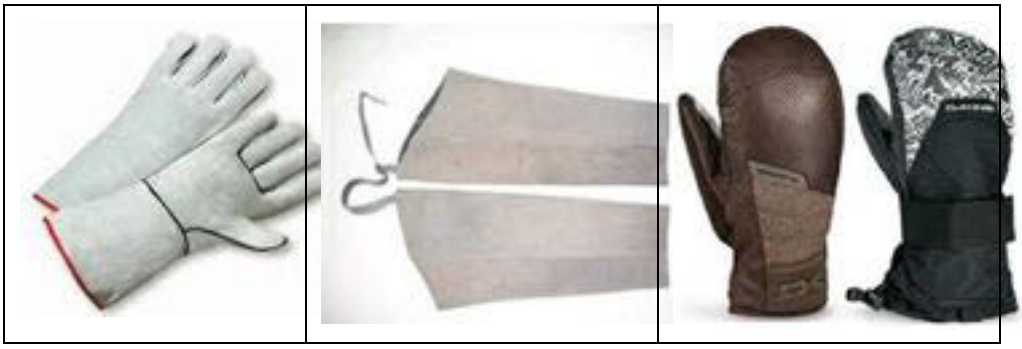
	



Tangan dan Lengan

Sumber bahaya: temperatur ekstrim, benda tajam, tertimpa benda berat, sengatan listrik, bahan kimia, infeksi kulit.

APD: sarung tangan (gloves), armlets, mitts.



Jika penilaian potensi bahaya di tempat kerja menunjukkan adanya resiko kecelakaan akan terjadi pada tangan dan lengan pekerja. Resiko bahaya yang mungkin timbul yaitu :

- Kebakaran.
- Abrasi.
- Bahaya terpotong.
- Kebocoran
- Retak
- Amputasi
- Bahan kimia

Kaki

Sumber bahaya: lantai licin, lantai basah, benda tajam, benda jatuh, cipratan bahan kimia dan logam cair, aberasi.

APD: safety shoes, safety boots, legging, spat.





Kita harus menyediakan alat pelindung kaki jika bahaya di tempat kerja menunjukkan potensi bahaya terhadap tubuh kita. Beberapa potensi bahaya yang harus kita identifikasi sebagaimana berikut :

- Benda yang berat seperti barel atau perkakas yang dapat berputar atau jatuh menimpa kaki.
- Benda tajam seperti paku atau kawat berduri menembus telapak kaki atau bagian atas sepatu.
- Cairan baja yang mungkin mengenai kaki.
- Permukan yang panas dan basah.
- Permukaan yang licin.



c. Rangkuman

- Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) didefinisikan sebagai s*uatu upaya perlindungan agar tenaga kerja selalu dalam keadaan selamat dan sehat selama melakukan pekerjaan di tempat kerja.*
- *Keselamatan Kerja diatur dalam Undang-Undang RI No.1 Tahun 1970, yang bertujuan:*
  - Agar tenaga kerja dan setiap orang yang berada di tempat kerja selalu dalam keadaan sehat dan selamat
  - Agar sumber-sumber produksi dapat dipakai dan digunakan secara efisien
  - Agar proses produksi dapat berjalan secara lancar tanpa adanya hambatan
- Untuk menarik perhatian dan menginformasikan adanya bahaya / resiko terhadap K3, maka diperlukan rambu – rambu. Pengelompokan rambu dibagi menjadi tiga; Perintah, Waspada (bahaya, peringatan, perhatian) dan Informasi.
- Ada dua sebab utama terjadinya suatu kecelakaan. **Pertama**, tindakan yang tidak aman. **Kedua**, kondisi kerja yang tidak aman.
- Alat yang digunakan untuk melindungi pekerja dari luka atau penyakit yang diakibatkan oleh adanya kontak dengan bahaya di tempat kerja dinamakan Alat Pelindung Diri (APD). Penggunaan APD disesuaikan terhadap bagian tubuh mana yang akan mendapat resiko bahaya.

d. Tugas

1. Amatilah rambu-rambu K3 yang ada disekolah kalian !. Berikan komentar terhadap rambu-rambu K3 yang kalian amati, apakah gambar, tulisan atau warna sudah sesuai petunjuk penulisan dan pewarnaan yang sudah kalian pelajari diatas? Selanjutnya presentasikan hasil pengamatan dan komentar kalian kepada teman dan guru kalian ! (Tugas ini bisa dilakukan secara individu ataupun kelompok).



2. Tentukan APD yang digunakan pada proses pengerjaan logam (kerja bangku, kerja pelat dan pengelasan). Kemudian demonstrasikan cara penggunaan kepada teman dan guru kalian !. (Tugas ini bisa dilakukan secara individu ataupun kelompok).

e. Tes Formatif

1. Gambarkan contoh rambu-rambu K3 apa saja yang sesuai untuk proses pengerjaan logam !
2. Jelaskan, mengapa kecelakaan kerja itu bisa terjadi?
3. APD apa saja yang digunakan untuk proses pengelasan SMAW ?

f. Lembar Jawaban

1.
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………

2
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………



……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

………………………

3

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………….

g. Lembar Kerja

Lembar Kerja 1

Alat dan Bahan

1. Penggaris
2. Jangka
3. Crayon / Spidol Warna
4. Pensil



5. Kertas Gambar A3

Langkah Kerja

1. Amati Rambu-Rambu K3 di lingkungan sekolah !
2. Sempurnakan Rambu-Rambu K3 yang kalian anggap belum sempurna !
3. Gambar ulang rambu-rambu K3 dengan peralatan gambar yang tersedia !
4. Tunjukkan dan presentasikan hasil karya kalian dengan membandingkan

   rambu-rambu yang lama !

Lembar Kerja 2

Alat dan Bahan

1. Sarung tangan kulit
2. Sarung tangan kain
3. Sepatu safety
4. Kaca mata safety
5. Masker hidung
6. Topi
7. Helm
8. Apron
9. Armlett

Langkah Kerja

1. Tentukan APD untuk kerja bangku !
2. Tunjukkan cara penggunaan APD kerja bangku kepada teman dan guru kalian !.



3. Tentukan APD untuk kerja pelat !
4. Tunjukkan cara penggunaan APD kerja pelat kepada teman dan guru kalian !.
5. Tentukan APD untuk kerja las !
6. Tunjukkan cara penggunaan APD kerja las kepada teman dan guru kalian !.



KERJA BANGKU

A. Deskripsi Pembelajaran

Kerja Bangku adalah teknik keterampilan dasar yang harus dikuasai oleh seseorang dalam mengerjakan benda kerja. Pekerjaan kerja bangku ditekankan pada pembuatan benda kerja menggunakan alat tangan, dan pelaksanaannya dilakukan di meja/bangku kerja. Praktik kerja bangku bertujuan memberikan bekal keterampilan kepada peserta didik agar mampu menggunakan peralatan kerja dengan baik, benar, dan aman, serta mampu menghasilkan benda kerja yang memiliki standar mutu sesuai dengan yang ditentukan di lembar kerja. Hal tersebut dapat tercapai jika peserta didik melakukan pekerjaan dengan baik dan benar sesuai dengan peraturan dan tata cara pekerjaan praktik kerja bangku.

Pekerjaan dalam kerja bangku meliputi menggambar/menggores, menitik, mengikir, menggergaji, memahat, mengebor, mengulir (*tap/sney*), menyetempel, mengeling. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Peserta didik dituntut selalu mengembangkan segala potensi yang ada pada dirinya guna membentuk pribadi yang terampil, berkualitas, professional, berwawasan luas, dan berkarakter. Pekerjaan kerja bangku meliputi berbagai jenis kontruksi geometris yang sesuai dengan perintah kerja. Pencapaian mutu hasil kerja terletak kepada pemahaman seseorang terhadap praktik kerja bangku dan pelaksanaannya di tempat kerja yang meliputi tingkat keterampilan dasar penguasaan alat tangan, tingkat kesulitan produk yang dibuat, dan tingkat kepresisian hasil kerja.

Kerja bangku tidak hanya menitikberatkan pada pencapaian hasil kerja, tetapi juga pada prosesnya. Dimana pada proses tersebut juga lebih menitikberatkan pada etos kerja yang meliputi ketekunan, kedisiplinan, ketahanan, serta keterampilan teknik sebagai dasar sebelum melanjutkan ke pengerjaan lebih lanjut.



B. Kegiatan Belajar

Kegiatan Belajar Kerja Bangku meliputi ranah afektif (*affective domain*), ranah kognitif (*cognitive domain*), dan ranah psikomotor (*psychomotor domain*). Pada ranah afektif pesertya didik dituntut untuk dapat menampilkan perilaku-perilaku yang menekankan aspek perasaan dan emosi, seperti mina, sika, apresiasi, dan cara penyesuaian diri dalam menghadapi pekerjaannya. Pada ranah kognitif, peserta didik dituntut untuk menampilkan perilaku-perilaku yang menekankan pada aspek intelektual, seperti pengetahua, pengertian, dan keterampilan berpiki terhadap setiap kegiatan belajar yang dihadapinya. Pada ranah psikomotor, peserta didik dituntut untuk menampilkan perilaku-perilaku yang menekankan pada aspek keterampilan motorik berupa unjuk kerja dalam menyelesaikan setiap tugas praktik yang dibebankan kepadanya.

Kegiatan Belajar Kerja Bangku terdiri dari tujuh Kegiatan Belajar meliputi: Pengenalan alat kerja bangku, Mengikir, Menggores dan menyetempel, Menggergaji, Memahat, Mengebor, dan Mengulir dan mengeling. Pada setiap kegiatan belajar (praktik kerja bangku) selalu ada kegiatan yang sangat penting dan tidak terpisahkan yaitu Kegiatan Pengukuran yang menjadi pertimbangan utama dalam penilaian hasil setiap kegiatan belajar.

Kegiatan Belajar 1: Pengenalan Alat

a. Tujuan Pembelajaran:

Melalui pengenalan alat-alat kerja bangku peserta didik mendapat pengetahuan tentang macam-macam alat yang digunakan dalam kerja bangku, memahami spesifikasi, fungsi, dan cara kerjanya serta dapat menggunakan dan merawatnya dengan baik, benar, dan aman.



b. Uraian Materi

Dalam setiap aktifitas atau kegiatan yang kita lakukan dapat dipastikan selalu menggunakan yang namanya alat (*tools*). Apalagi dalam dunia teknologi, alat merupakan barang yang mutlak harus ada. Tak terkecuali dalam kegiatan teknologi pengerjaan logam yang paling mendasar, yaitu kegiatan kerja bangku, pekerjaan tersebut tidak akan terlaksana jika tanpa alat.

Penggunaan alat harus sesuai dengan peruntukannya, karena penggunaan alat yang tidak sesuai dengan peruntukannya dapat men-imbulkan masalah yang bisa berakibat fatal baik terhadap pengguna, ben-da yang dikerjakan, lingkungan sekitar maupun terhadap alat itu sendiri.

Pada setiap macam pekerjaan memerlukan alat yang spesifik, misalnya pekerjaan memotong alatnya pasti berbeda dengan pekerjaan meratakan permukaan. Demikian juga pada pelaksanaan kerja bangku diperlukan bermacam-macam peralatan yang sesuai untuk kerja bangku. Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan kerja bangku umumnya berupa alat-alat tangan (*hand tools*) yang dapat dikelompokkan berdasarkan fungsinya yaitu sebagai alat pengikat/penjepit, alat pengukur dan mal, alat penggam-bar dan penanda, alat pemotong, alat penyerut, alat pelubang, alat pengu-lir, alat pemukul, dan yang tidak tergolong dalam alat tangan tetapi digunakan dalam kerja bangku yaitu mesin bor duduk/pilar.

Peralatan kerja bangku tersebut secara terperinci dapat disimak pada pen-jelasan berikut.

- **Alat Penjepit**

Ragum

Ragum atau ada juga yang menyebut tanggem, catok atau dalam bahasa inggrisnya disebut *vise* merupakan alat utama pada kerja bangku yang berfungsi untuk memegang/menjepit benda kerja ketika dikerjakan dalam proses kerja bangku.





Gambar 7.1 Ragum

Ragum tersedia dalam berbagai macam variasi dan ukuran sesuai dengan kebutuhan. Setidaknya berdasarkan gerakannya ada tiga macam ragum yaitu: Ragum Biasa, Ragum Berputar, dan Ragum Universal.

> Pengayaan:
>
> Peserta didik diminta untuk menemutunjukkan lebih banyak macam-

Alat Ukur dan Mal

Mistar Ukur

Mistar ukur adalah alat ukur untuk mengetahui nilai panjang, lebar, tinggi/ ketebalan, dan kedalaman. Alat ini berbentuk pipih lurus dilengkapi dengan satuan ukuran metrik dan imperial. Mistar dengan satuan metrik berbasis pada satuan milimeter dan setengah milimeter, sedangkan mistar satuan imperial berbasis pada satuan inchi dengan pembagian 16, 32, atau 64 bagian. Jika dibagi dalam 16 bagian artinya harga satuan terkecil adalah



1/6", jika dibagi dalam 32 bagian maka satuan terkecil sama dengan 1/32" sedangkan jika dibagi dalam 64 bagian berarti satuan terkecil adalah 1/64".

Mistar ukur terbuat dari logam (baja atau aluminium), plastik, formika, atau kayu. Untuk kerja bangku umumnya terbuat dari baja. Satu sisi mistar diberi satuan ukuran metrik dan sisi lain diberi satuan ukuran imperial, namun ada mistar yang hanya mencantumkan satu sistem ukuran pada salah satu sisinya, misalnya hanya metrik atau imperial. Panjang mistar antara 10 cm s.d. 1 meter, namun yang biasa digunakan di bengkel kerja bangku adalah mistar berskala ukur ganda dengan panjang 30 cm atau 12" (1foot). Bila diperlukan yang lebih panjang, tersedia pula mistar lipat dan mistar gulung (rol mistar).



Gambar 7.2

Model mistar baja berskala ganda (metrik dan imperial)



Tabel 1.1 Konversi imperial ke metrik

1/16"		= 1,6 mm
2/16"	= 1/8"	= 3,2 mm
3/16"		= 4,8 mm
4/16"	= 1/4"	= 6,35 mm
5/16"		= 8 mm
6/16"	= 3/8"	= 9,5 mm
7/16"		= 11,1 mm
8/16"	= 1/2"	= 12,7 mm
9/16"		= 14,3 mm
10/16"	= 5/8"	= 15,9 mm
11/16"		= 17,5 mm
12/16"	= 3/4"	= 19,05 mm
13/16"		= 20,6 mm
14/16"	= 7/8"	= 22,2 mm
15/16"		= 23,8 mm
16/16"	= 1"	= 25,4 mm

Mistar Lipat

Alat ukur ini dapat dilipat karena dilengkapi dengan sambungan pada setiap panjang tertentu, lipatan ini dinamakan bilah ukur. Meteran dengan jarak lipatan 10 cm akan terdapat 10 bilah ukur, sedangkan jarak lipatan 20 cm akan terdapat 5 bilah ukur.

Bahan meteran terbuat dari baja, aluminium, plastik, formika atau kayu. Sistem ukuran biasanya dipakai ke duanya (metrik dan imperial) tetapi tidak menutup kemungkinan hanya mencantumkan salah satu sistem ukuran.





Gambar 7.3 Mistar Lipat

Mistar Gulung (Rol Meter)

Dalam perkembangannya, meteran dibuat lebih panjang dari satu meter, bahkan ada yang sampai 100 m. Meteran semacam ini terbuat dari bahan serat nylon, kain, kulit atau lembaran plat baja tipis sehingga dapat digulung pada sebuah selubung, oleh karena itu dinamakan mistar/meteran gulung. Panjang meteran gulung yang terbuat dari plat baja antara 2 s.d. 10 m, meteran ini mempunyai konstruksi khusus yang dapat menggulung kembali secara otomatis, sedangkan meteran gulung kain/kulit panjangnya bisa mencapai 100 m tetapi tidak dapat menggulung secara otomatis.



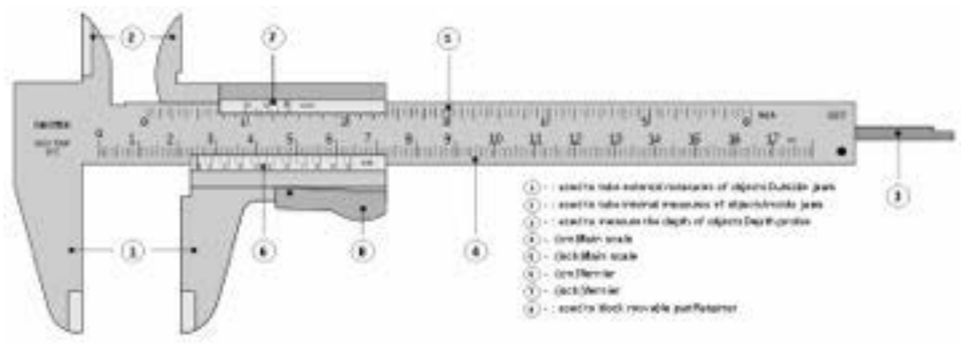
Gambar 7.4 Mistar Gulung

Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat uku yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus milimete. Umumnya terbuat dari baja tahan karat. Terdiri dari dua bagian, bagian diam memuat skala ukur utama dalam sistem matrik dan imperial, dan bagian bergerak memuat skala ukur pembagi. Pembacaan hasil pengukuran sangat bergantung pada keahlian dan



ketelitian pengguna maupun alat. Sebagian buatan terbaru sudah dilengkapi dengan *display digital*. Pada versi analog, umumnya tingkat ketelitian adalah 0.05 mm (19 mm dalam skala utama dibagi dalam 20 bagian dalam skala pembagi) untuk jangka sorong dibawah 30cm, dan 0.01 untuk yang di atas 30cm.



Gambar 7.5 Jangka Sorong

Keterangan Gambar:

1. Pengukur ukuran luar
2. Pengukur ukuran dalam
3. Pengukur ukuran kedalaman
4. Skala utama dalam Cm (metrik)
5. Skala utama dalam Inchi (imperial)
6. Skala geser (*vernier/nonius*) untuk sistem metrik
7. Skala geser (*vernier/nonius*) untuk sistem imperial
8. Kunci penahan balok geser



Busur Derajat (Protractor)

Busur derajat adalah alat yang dapat untuk mengukur dan membentuk sudut antara dua bidang permukaan benda kerja yang saling bertemu. Protractor sederhana biasanya terdiri dari cakram pipih separuh lingkaran berskala mulai dari 0^o sampai dengan 180^o dan bilah putar.



Gambar 7.6 Busur Derajat (*Protactor*)

Pengukur Tinggi (Hight Gauge)

Height gauge adalah sebuah alat pengukuran yang berfungsi mengukur tinggi benda terhadap suatu bidang acuan atau bisa juga untuk memberikan tanda goresan secara berulang terhadap benda kerja sebagai acuan dalam proses pengerjaan selanjutnya (permesinan). Dengan adanya kemajuan teknologi pengukur tinggi juga dikembangkan dari analog menjadi digital.



Gambar 7.7 Pengukur Tinggi (*Hight Gauge*)



Mistar Geser

Mistar geser terdiri dari dua bagian, bagian/bilah berskala ukur, skala ukur biasanya dalam metrik saja sepanjang 20 Cm, sedangkan bagian yang lain (*stoper*) bertanda strip, dimana posisi strip tersebut berada, disitulah besaran pengukuran diperoleh. Bagian lain adalah mur pengunci untuk mengunci/ mengikat kedua bagian mistar setelah diperoleh ukuran yang diinginkan.



Gambar 7.8 Mistar Geser

Penyiku

Penyiku atau siku-siku merupakan salah satu alat pada kerja bangku yang terbuat dari baja yang berfungsi untuk memeriksa ketepatan sudut pada benda kerja. Umumnya penyiku memiliki besaran sudut 90^{o} dan 135^{o}. Ada juga penyiku yang dapat distel (penyiku lipat), penyiku lipat bahkan sudah ada yang dilengkapi dengan layar baca digital.



Gambar 7.9 Penyiku



Mal Radius

Mal radius umum diproduksi dalam bentuk set yang terdiri dari beberapa tingkat besaran radius (misalnya R1 – 7 mm) baik untuk pemeriksaan radius luar maupun radius dalam. Mal radius dibuat dari pelat baja perkakas.



Gambar 7.10 Mal Radius

Jangka Bengkok

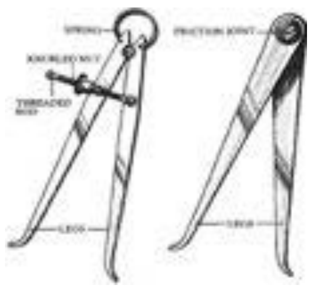
Jangka bengkok adalah jangka yang kedua kakinya dibuat melengkung kedalam yang mana pangkal kedua kakinya ada yang diikat secara sesak dengan sebuah poros (keling) dan ada yang pertemuan pangkal kedua kakinya bertumpu pada sebuah poros dan di klem dengan sebuah pegas daun yang melingkar, untuk penyetelan jarak kakinya menggunakan batang berulir dan mur yang dipasang merangkai kedua kakinya. Jangka bengkok terbuat dari baja perkakas dan berfungsi sebagai mal atau untuk mengukur ukuran luar, diantaranya ketebalan benda kerja, diameter luar benda-benda silindris, kesejajaran dua permukaan bidang pada sebuah benda kerja.



Gambar 7.11 Jangka Bengkok

angka Kaki

Jangka kaki adalah jangka yang pada ujung kedua kakinya dibuat bengkok keluar yang mana pangkal kedua kakinya ada yang diikat secara sesak dengan sebuah poros (keling) dan ada yang pertemuan pangkal kedua kakinya bertumpu pada sebuah poros dan di klem dengan sebuah pegas daun yang melingkar, untuk penyetelan jarak kakinya menggunakan batang berulir dan mur yang dipasang merangkai kedua kakinya. Jangka kaki terbuat dari baja perkakas dan berfungsi sebagai mal atau untuk mengukur ukuran dalam, diantaranya diameter lubang, diameter dalam dari pipa, atau celah pada benda kerja.



Gambar 7.12 Jangka Kaki

> Pengayaan:
>
> Peserta didik diminta untuk menemutunjukkan alat-alat ukur dan mal

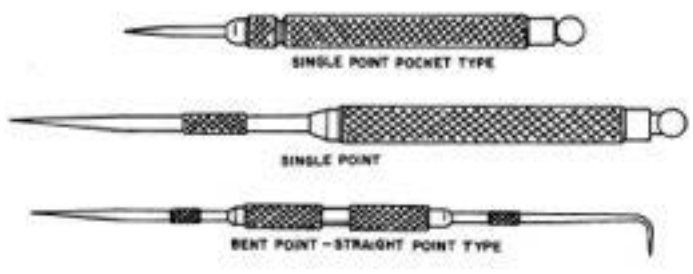
Alat Penanda

Penggores

Penggores adalah alat untuk membuat tanda atau garis pada permukaan benda kerja. Penggores umumnya berbentuk batang silindris yang bagian ujungnya diruncingkan. Penggores dibuat dari bahan baja perkakas dengan syarat harus lebih keras dari benda kerja yang dikerjakan supaya dapat meninggalkan bekas goresan pada permukaan benda kerja. Model



penggores bermacam-macam antara lain model ujung tunggal dan model ujung ganda, ada yang berujung tetap dan ada yang ujungnya dapat diganti.



Gambar 7.13 Penggores

Penitik

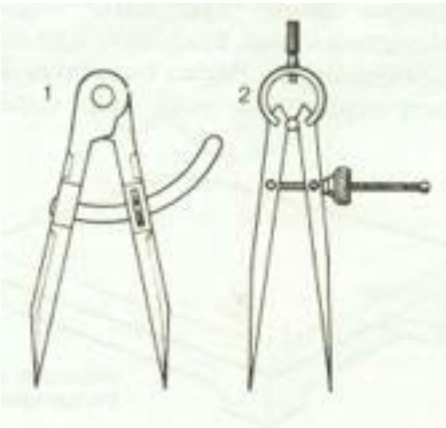
Penitik pusat (*center-punch*) terbuat dari baja perkakas yang bagian badannya dibuat berbentuk batang segi delapan atau dikartel agar tidak licin sewaktu dipegang, ujungnya lancip dengan sudut 90°. Penitik yang bersudut 90° ini sebagai penitik pusat yang digunakan untuk menandai titik pusat lubang yang akan dibor. Sedangkan untuk menandai garis yang akan dipotong dapat digunakan penitik garis (prick-punch), penitik ini mempunyai sudut lancipnya 60°.



Gambar 7.14 Penitik

Jangka Tusuk

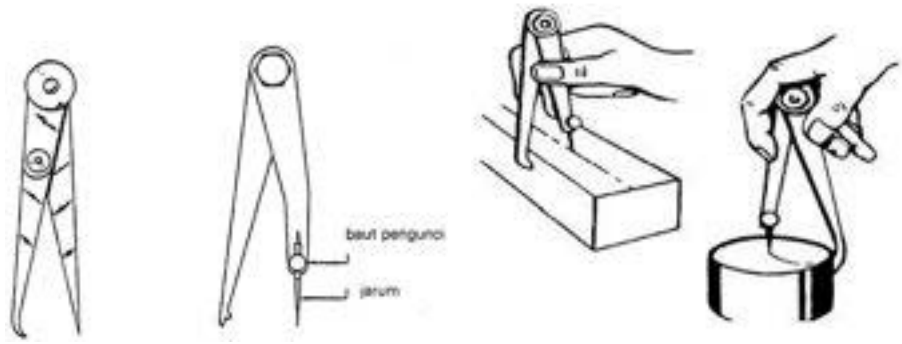
Jangka Tusuk adalah jangka yang pada ujung kedua kakinya dibuat runcing yang mana pangkal kedua kakinya ada yang diikat secara sesak dengan sebuah poros (keling) dan ada yang pertemuan pangkal kedua kakinya bertumpu pada sebuah poros dan di klem dengan sebuah pegas daun yang melingkar, untuk penyetelan jarak kakinya menggunakan batang berulir dan mur yang dipasang merangkai kedua kakinya. Jangka tusuk terbuat dari baja perkakas dan berfungsi sebagai mal ataupun untuk mengukur dan sekaligus dapat digunakan sebagai alat penanda seperti untuk membuat lingkaran, garis lengkung atau busur, dan membuat garis sejajar terhadap tepi benda kerja.



Gambar 7.15 Jangka Tusuk

Jangka Pincang (Hermaphrodite caliper)

Bentuk dari jangka pincang ialah kaki yang satu ujungnya sama dengan kaki pada jangka tusuk, sedangkan yang satunya lagi sama bentuknya dengan kaki jangka bengkok. Jangka pincang ini sangat banyak digunakan pada pekerjaan melukis dan menandai seperti; untuk menarik garis sejajar, mencari titik senter/pusat. Dengan demikian jangka ini sangat banyak digunakan pada bengkel kerja bangku maupun pada bengkel kerja mesin. Konstruksi dari jangka ini hampir sama dengan jangka-jangka yang lainnya juga bahan pembuatnya pun dari bahan yang sama.



Gambar 7.16 Jangka pincang

Stempel

Stempel digunakan untuk memberikan tanda dipermukaan benda kerja berupa huruf, angka, dan tanda/simbol. Stempel berbentuk batang persegi dan dibuat dari baja perkakas. Setiap batang memuat satu tanda huruf, angka, atau simbol pada salah satu penampang ujungnya, sedangkan ujung yang lain rata. Stempel tersedia dalam beberapa ukuran tinggi huruf, dan yang umum digunakan pada kerja bangku yaitu ukuran 3,5 mm, 5 mm, dan 7 mm. Stempel yang memuat huruf disebut stempel huruf (*Letter Stamping*), stempel yang memuat angka disebut stempel angka (*Number Stamping*).



Gambar 7.17 Stempel Baja (*Steel Stamping*)



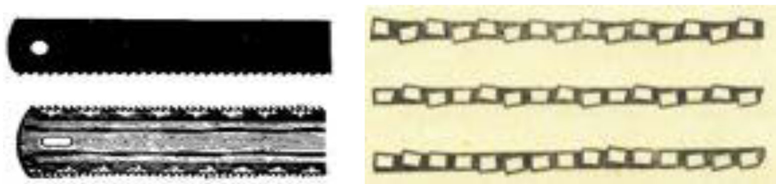
- **Alat Pemotong**

Gergaji tangan

Gergaji tangan adalah perkakas tangan yang terdiri dari sengkang dan daun gergaji. Sengkang gergaji ada yang tetap dan ada yang dapat diatur panjang pendeknya menyesuaikan panjang daun gergaji yang digunakan. Sengkang gergaji berfungsi sebagai pemegang sekaligus penegang daun gergaji saat digunakan. Daun gergaji berupa baja tipis bergigi tajam pada salah satu atau kedua sisinya yang digunakan untuk memotong/mengikis benda kerja. Daun gergaji adalah sangat keras karena terbuat dari baja perkakas yang pada umumnya dari baja kecepatan tinggi (*Hight Speed Steel/HSS*).



Gambar 7.18 Gergaji Tangan

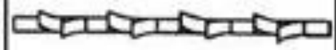
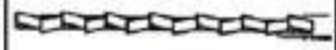
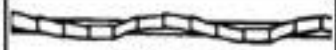


Gambar 7.19 Daun Gergaji

Daun gergaji khususnya gergaji untuk logam memiliki gigi-gigi yang lebih lembut dari pada gergaji untuk kayu. Gigi-gigi daun gergaji untuk logam selalu condong kesatu arah dan diberi penyimpangan ke kanan maupun kekiri untuk menghasilkan lebar hasil potongan melebihi tebal daun gergaji untuk menghindari terjepitnya daun gergaji pada celah hasil pemotongan. Ada tiga model penyimpangan gigi gergaji dan setiap model penyimpangan memiliki fungsinya masing-masing (lihat tabel 7.2).

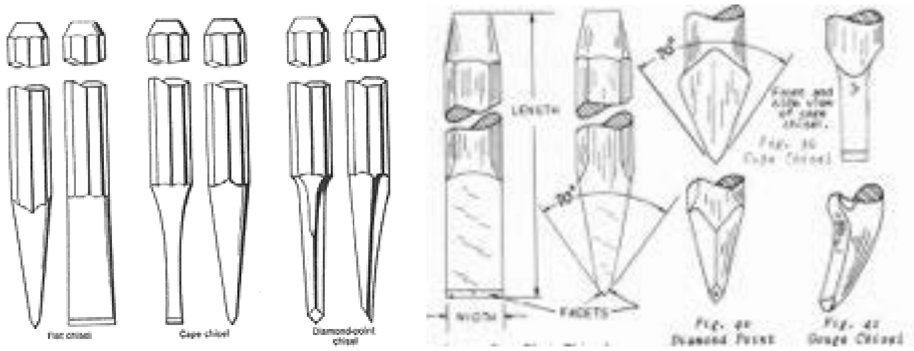


Tabel 7.2 Penyimpangan Gigi Gergaji

No.	Ilustrasi	Nama	Fungsi
1.	 Setelan penggaruk	*Raker set*	Umum
2.	 Setelan lurus	*Straight set*	Nonferro/paduan
3.	 Setelan gelombang	*Wavy set*	Baja profil

Pahat

Pahat adalah alat pemotong yang terbuat dari baja perkakas non paduan atau baja paduan baik paduan rendah maupun paduan tinggi. Ada beberapa macam pahat menurut fungsinya yaitu pahat datar, pahat alur, pahat dam, pahat diamon, dan pahat setengah bulat atau pahat kuku.



Gambar 7.21 Macam-macam pahat

Pahat datar (*flat chisel*) dapat digunakan untuk memotong pelat, baut, dan paku keling, untuk meratakan permukaan yang cembung, pembuatan lubang memanjang pasca pengeboran, dan untuk membuang bagian-bagian yang tajam dari benda kerja.



Gambar 7.22 Pahat Datar

Pahat alur (*cape chisel*) berfungsi untuk membuat alur, misalnya alur-alur sempit dan alur minyak.



Gambar 7.23 Pahat Alur

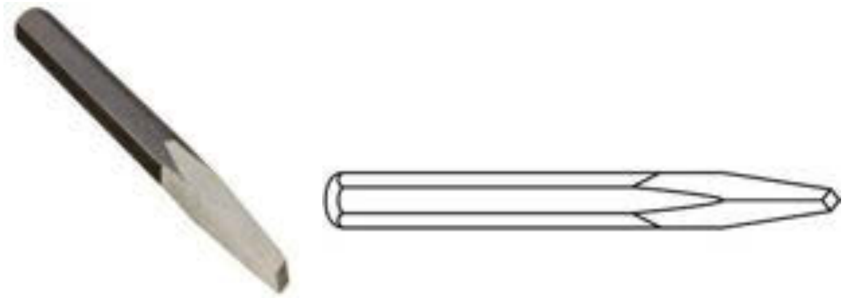
Pahat dam (*sloting chisel*), untuk memotong/melubang bahan yang tebal atau membuat celah atau sponeng, umumnya diawali dengan pengeboran secara berderet. Berbeda dengan pahat yang lain, pahat dam ujungnya tidak diruncingkan, melainkan berpenampang persegi dengan sisi-sisinya yang tajam.



Gambar 7.24 Pahat Dam



Pahat Diamond, digunakan untuk membersihkan sudut-sudut dalam, membuat alur V, dan meralat permulaan pengeboran yang salah.



Gambar 1.25 Pahat Diamond

Pahat Kuku, digunakan untuk membuat alur cekung dan juga untuk meralat permulaan pengeboran yang salah

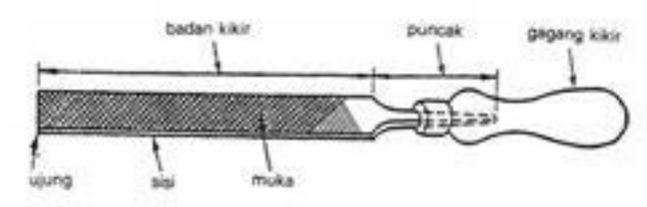


Gambar 7.26 Pahat Kuku

- **Alat Penyerut**

Kikir

Kikir adalah salah satu alat yang digunakan untuk menyerut atau mengikis permukaan benda kerja. Sebagai perkakas tangan, kikir terbuat dari baja perkakas berkarbon tinggi berbentuk bilah dengan permukaan bergurat/ bergigi sejajar yang diperkeras dan tajam. Bagian-bagian utama dari kikir adalah terdiri dari bilah/badan kikir dan puncak/tangkai kikir, dan supaya dapat dan aman digunakan harus dilengkapi dengan gagang kikir yang terbuat dari kayu atau plastik.



Gambar 7.27 Bagian-bagian kikir

Kikir tesedia dalam berbagai macam ukuran, bentuk, guratan, dan konfigurasi gigi. Ditinjau dari bentuk penampangnya, kikir yang umum digunakan (dalam kerja bangku) adalah kikir datar (*flat*), kikir setengah bulat, kikir bujur sangkar, kikir segitiga, dan kikir bulat.

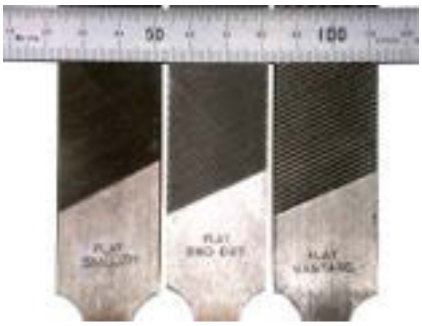


Gambar 7.28 Macam-macam kikir

Kikir datar untuk pengikiran rata. Kikir setengah bulat dipergunakan untuk pekerjaan yang bersifat umum dan mengikir lengkungan bagian dalam. Kikir bujur sangkar dipergunakan untuk membuat alur, celah siku-siku, dan membentuk lubang segiempat. Kikir segitiga untuk mengikir lubang dan bagian yang bersudut lebih kecil dari 90°. Kikir bulat digunakan untuk membuat cekungan dan memperluas lubang.



Guratan pada kikir menunjukkan seberapa baik gigi kikir, yang dapat diklasifikasikan menurut kekasarannya yaitu dari eksta kasar sampai sangat halus sebagai berikut: ekstra kasar, kasar (*bastard*), sedang, setengah halus (*second cut*), halus, dan sangat halus. Kikir guratan tunggal (*single-cut*) memiliki satu set gigi paralel, sedangkan kikir guratan silang (*cross-cut*) atau guratan ganda (*double-cut*) memiliki dua guratan yang membetuk 'gigi-berlian'. Guratan tunggal dipergunakan untuk mengikir logam lunak. Guratan ganda dipergunakan untuk pekerjaan yang bersifat umum. Satu set guratan membuat sudut 45°, dan yang lain 70°, terhadap sumbu memanjang kikir.



Gambar 7.29 Tingkat kekasaran kikir

Tabel 7.3 Pengelompokan kikir berdasarkan kekasaran gigi

No.	Jenis	Kode	Banyak gigi tiap panjang 1 Cm	Penggunaan
1.	Kasar	00 0 1	12 15 20	Pekerjaan kasar dan tidak presisi
2.	Medium	2 3 4	25 31 38	Pekerjaan sedang
3.	Halus	5 6 8	46 56 84	Pekerjaan finishing dan presisi



- **Alat Pelubang**

Drip (Pin Punch)

Bentuk drip sangat mirip dengan pahat dan seringkali termasuk dalam kemasan set pahat, tetapi ada perbedaan yang mendasar yaitu pada bentuk ujung/matanya. Bentuk ujung drip adalah berupa batang silindris, oleh karena itu dapat juga disebut sebagai pahat bulat. Ujung/mata drip tersedia dalam berbagai ukuran. Drip dapat digunakan untuk membuat lubang pada pelat-pelat tipis, dan dapat juga digunakan untuk mengeluarkan batang keling dari lubangnya setelah dihilangkan kepalanya.



Gambar 7.30 Drip

Bor

Bor atau gurdi digunakan untuk membuat lubang atau mengebor bermacam -macam bahan teknik yaitu bahan logam seperti plat besi, aluminium, kuningan dan bahan non logam seperti plastik, acrylic, dsb.

Mata bor tersedia dalam berbagai macam dan dapat dibedakan dari bahannya, hanya saja yang umum dipasaran adalah HSS (*High Speed Steel*) atau HSS-Co (HSS-Cobalt) walaupun ada yang type khusus untuk bahan tertentu.

HSS-Co lebih keras daripada HSS biasa, sehingga dalam penggunaan lebih awet dan tentunya dari segi harga lebih mahal dari HSS biasa.

Mata bor besi standar berbentuk silinder rata (*straight shank*) bergalur helik (spiral) disepanjang badan bor yang biasa digunakan pada unit bor tangan,



bor duduk/pilar atau mesin-mesin pemrosesan logam lainnya, bentuk yang khusus hanya berbeda pada bagian pangkal/tangkai, yaitu tirus seperti kerucut (*taper shank*) yang digunakan sesuai dengan unit mesin bor atau mesin pemrosesan logam lainnya. Karena bergalur helik disepanjang badannya maka mata bor ini sering disebut bor spiral.



Gambar 7.31 Mata Bor Spiral

Mata bor spiral terdiri dari dua bagian utama yaitu tangkai dan badan bor, ada yang diberi leher diantara tangkai dan badan, terutama mata bor ber-tangkai tirus. Panjang bor dihitung mulai dari pangkal tangkai sampai ujung badan bor (mata bor). Ukuran bor berdasarkan diameter pada bibir potongnya, tersedia dalam satuan metrik atau satuan imperial. Ukuran bor dicantumkan pada tangkai bor. Berdasarkan penggunaannya terhadap jenis bahan yang dikerjakan, mata bor dapat dibedadakan melalui besarnya sudut mata bor, sudut helik, dan sudut bebas.



Gambar 7.32 Bagian-bagian mata bor



Tabel 7.4 Geometri mata bor (*twist drill*) yang disarankan

Benda Kerja	Sudut ujung/ mata, $2\div_r$	Sudut helik	Sudut bebas/ pengaman, *á*
Baja karbon kekuatan tarik< 900 N/mm^2	118^o	20^o - 30^o	19^o - 25^o
Baja karbon kekuatan tarik > 900 N/mm^2	125^o - 145^o	20^o - 30^o	7^o - 15^o
Baja keras (*manganese*) kondisi austenik	135^o - 150^o	10^o - 25^o	7^o - 15^o
Besi tuang (lunak-keras)	90^o - 135^o	18^o - 25^o	7^o - 12^o
Kuningan	118^o	12^o	10^o - 15^o
Tembaga	100^o - 118^o	20^o - 30^o	10^o - 15^o
Alluminium dan paduan	90^o - 130^o	17^o - 45^o	12^o - 18^o

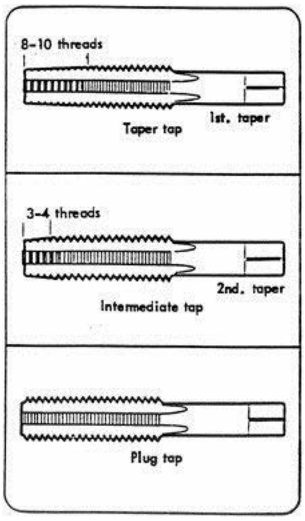
Alat Pengulir

Alat pengulir adalah berfungsi untuk membuat ulir, baik ulir dalam maupun ulir luar. Alat untuk pembuatan ulir dalam disebut tap dan untuk pembuatan ulir luar disebut snei (*die*). Baik tap maupun snei dibuat dari bahan baja perkakas jenis baja kecepatan tinggi (HSS).

Tap

Tap adalah alat yang digunakan untuk mebuat ulir dalam. Untuk pembuatan setiap tingkat ukuran ulir diperlukan satu set tap yang terdiri dari tiga buah tap yang masing-masing harus digunakan secara berurutan sesuai dengan tingkat volume pemotongannya. Untuk mengetahui mana tap pertama, kedua, dan ketiga dapat dilihat dari tingkat kekonisan pada ujungnya. Tap I konis sepanjang 8-10 uliran atau sudut ketirusan ± 4°, Tap II konis sepanjang 3-4 uliran atau sudut ketirusan ± 10°, dan Tap III konis sepanjang

~1,5 uliran atau sudut ketirusan ± 20°, beberapa produk ada yang memberi tanda pada tangkainya berupa 1 strip, 2 strip, dan 3 atau tanpa strip untuk Tap I, II, dan III. Ditinjau dari tingkat volume hasil pemotongannya, Tap I memotong ± 55%, Tap II memotong ± 25%, dan Tap III memotong ± 20%. Ukuran diameter Tap diukur dari puncak ke puncak ulirnya, ada yang dalam Metrik (mm) dan ada yang dalam Whitworth (inchi) dan dicantumkan pada tangkainya.





Gambar 7.33 Tap I, II, dan III

Snei (die)

Snei adalah alat untuk membuat ulir luar pada batang silindris. Snei berbentuk cakram dengan lubang berulir ditengah (pusat). Awal ulir pada kedua sisinya dichamper sehingga membentuk tirus, untuk memusatkan alat pemotong ulir tersebut pada benda kerja dan mempermudah awal proses pemotongan. Lubang-lubang seragam, sejajar sumbu ulir, dan berhenti di bagian ulir menimbulkan sisi-sisi potong, alur alur-alur pemotong beram, dan ruang pembuangan beram. Snei ada yang dibelah pada salah satu sisi lingkarnya untuk memungkinkan pengaturan secara terbatas.



Gambar 7.34 Snei

Alat Pemukul

Dalam dunia teknik, alat pemukul yang lazim digunakan adalah disebut palu atau martil, yaitu peralatan yang dipergunakan untuk memukul benda kerja maupun peralatan lainnya yang dalam fungsi kerjanya memerlukan pukulan, contohnya dalam memahat, dan memaku. Palu terdiri dari dua bagian yaitu kepala dan tangkai dan tersedia dalam banyak macam menurut bahan, bentuk, ukuran, dan bobotnya. Tetapi disini diuraikan hanya palu yang umum digunakan dalam kerja bangku.

Palu Pen

Palu pen terbuat dari baja perkakas. Bentuk palu pen pada kedua sisi mukanya tidak sama, yaitu satu sisi rata dan sisi yang lain tirus pipih melintang terhadap sumbu tangkainya. Muka yang rata berfungsi untuk memukul pahat ketika memahat, paku ketika memaku, pasak, dan pelurusan. Sedangkan bagian yang pipih dapat digunakan misalnya untuk meregang pita baja.



Gambar 7.35 Palu pen



Palu Konde

Palu konde terbuat dari baja perkakas. Bentuk palu konde pada kedua sisi mukanya adalah tidak sama. Satu sisi permukaannya rata dan sisi yang lain berbentuk bulat. Dalam penggunaannya di kerja bangku, sisi muka yang rata digunakan untuk memampatkan batang paku keling yang selanjutnya untuk membentuk kepala kelingnya dipukul menggunakan sisi muka yang bulat.



Gambar 7.36 Palu Konde

Palu Plastik

Palu plastik (*Nylon Hammer*) pada bagian tengahnya terbuat dari logam dan pada kedua ujungnya terbuat dari palstik. Bagian dari plastik terikat kuat pada bagian logam yang bergalur. Pada kerja bangku palu plastik sering digunakan untuk membetulkan posisi benda kerja pada ragum bangku maupun pada ragum mesin bor.

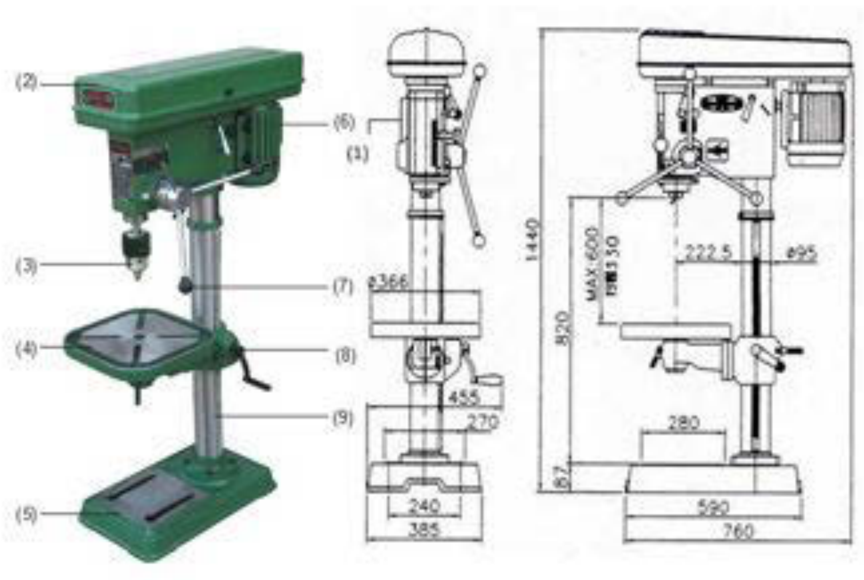


Gambar 7.37 Palu Plastik



Mesin Bor

Mesin bor yang digunakan dalam kerja bangku adalah mesin bor duduk atau mesin bor pilar (lihat gambar 1.38). Penggerak utamanya adalah motor listrik yang memutar puli penggerak. Putaran puli penggerak diteruskan menggunakan sabuk (*belt*) ke puli yang memutar spindel untuk proses pengeboran.



Gambar 7.38 Mesin Bor

Keterangan Gambar:

1. Saklar On/Off
2. Tutup pelindung Puli (*Pulley*) dan Sabuk (*Belt*)
3. Cekam (*Chuck*)
4. Meja (dapat disetel)
5. Plat dasar/meja tetap
6. Motor penggerak
7. Tuas penekan bor
8. Tuas penyetel meja (engkol)
9. Tiang/kolom



c. Rangkuman

Penggunaan alat harus sesuai dengan peruntukannya, karena penggunaan alat yang tidak sesuai dengan peruntukannya dapat menimbulkan masalah yang bisa berakibat fatal baik terhadap pengguna, benda yang dikerjakan, lingkungan sekitar maupun terhadap alat itu sendiri.

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan kerja bangku umumnya berupa alat-alat tangan (*hand tools*) yang dapat dikelompokkan berdasarkan fungsinya yaitu sebagai alat pengikat/penjepit, alat pengukur dan mal, alat penggambar dan penanda, alat pemotong, alat penyerut, alat pelubang, alat pengulir, alat pemukul, dan yang tidak tergolong dalam alat tangan tetapi digunakan dalam kerja bangku yaitu mesin bor duduk/pilar.

Alat penjepit yang utama dalam kerja bangku adalah ragum. Ragum tersedia dalam berbagai macam variasi dan ukuran sesuai dengan kebutuhan. Setidaknya berdasarkan gerakannya ada tiga macam ragum yaitu: Ragum Biasa, Ragum Berputar, dan Ragum Universal.

Alat ukur dan mal terdiri dari: Mistar ukur berbentuk pipih lurus dilengkapi dengan satuan ukuran metrik (milimeter) dan imperial (inchi). Mistar lipat, dapat dilipat karena dilengkapi dengan sambungan pada setiap panjang tertentu, lipatan ini dinamakan bilah ukur. Meteran dengan jarak lipatan 10 cm akan terdapat 10 bilah ukur, sedangkan jarak lipatan 20 cm akan terdapat 5 bilah ukur. Mistar gulung terbuat dari bahan serat nylon, kain, kulit atau lembaran plat baja tipis sehingga dapat digulung pada sebuah selubung, oleh karena itu dinamakan mistar/meteran gulung. Panjang meteran gulung yang terbuat dari plat baja antara 2 s.d. 10 m. Jangka sorong terbuat dari baja tahan karat. Terdiri dari dua bagian, bagian diam memuat skala ukur utama dalam sistem matrik dan imperial, dan bagian bergerak memuat skala ukur pembagi. Busur derajat untuk mengukur dan membentuk sudut antara dua bidang permukaan benda kerja yang saling bertemu. Pengukur tinggi untuk mengukur tinggi benda terhadap suatu bidang acuan atau bisa juga untuk memberikan tanda goresan secara berulang terhadap benda kerja sebagai acuan dalam proses pengerjaan selanjutnya (permesinan). Mistar geser terdiri dari dua bagian, bagian/bilah



berskala ukur, skala ukur biasanya dalam metrik saja sepanjang 20 Cm, sedangkan bagian yang lain (*stoper*) bertanda strip, dimana posisi strip tersebut berada, disitulah besaran pengukuran diperoleh. Siku-siku merupakan salah satu alat pada kerja bangku yang terbuat dari baja yang berfungsi untuk memeriksa ketepatan sudut pada benda kerja. Mal radius untuk pemeriksaan radius luar maupun radius dalam. Jangka bengkok, jangka yang kedua kakinya dibuat melengkung kedalam berfungsi sebagai mal atau untuk mengukur ukuran luar. Jangka kaki pada ujung kedua kakinya dibuat bengkok keluar berfungsi sebagai mal atau untuk mengukur ukuran dalam.

Alat penanda terdiri dari: Penggores, alat untuk membuat tanda pada permukaan benda kerja. Penggores umumnya berbentuk batang silindris yang bagian ujungnya diruncingkan. Penggores dibuat dari bahan baja perkakas dengan syarat harus lebih keras dari benda kerja yang dikerjakan. Penitik untuk membuat titik pada benda kerja, sudut ujung 90° untuk penitik pusat, sudut ujung 60° untuk penitik garis. Jangka tusuk pada ujung kedua kakinya dibuat runcing berfungsi sebagai mal ataupun untuk mengukur dan sekaligus dapat digunakan sebagai alat penanda. Jangka pincang, kaki yang satu ujungnya runcing, sedangkan yang lainnya sama bentuknya dengan kaki jangka bengkok, berfungsi untuk menarik garis sejajar, mencari titik senter/pusat. Stempel digunakan untuk memberikan tanda dipermukaan benda kerja berupa huruf, angka, dan tanda/simbol.

Alat pemotong terdiri dari: Gergaji tangan terdiri dari sengkang dan daun gergaji, berfungsi untuk memotong benda kerja . Pahat menurut fungsinya ada beberapa yaitu pahat datar, pahat alur, pahat dam, pahat diamon, dan pahat setengah bulat atau pahat kuku.

Kikir adalah salah satu alat yang digunakan untuk menyerut atau mengikis permukaan benda kerja, tesedia dalam berbagai macam ukuran, bentuk, guratan, dan konfigurasi gigi. Ditinjau dari bentuk penampangnya, kikir yang umum digunakan (dalam kerja bangku) adalah kikir datar (*flat*), kikir setengah bulat, kikir bujur sangkar, kikir segitiga, dan kikir bulat.



Alat pelubang. Drip, digunakan untuk membuat lubang pada pelat-pelat tipis, dan dapat juga digunakan untuk mengeluarkan batang keling dari lubangnya setelah dihilangkan kepalanya. Mata bor besi standar berbentuk silinder rata (*straight shank*) bergalur helik (spiral) disepanjang badan bor yang biasa digunakan pada unit bor tangan, bor duduk/pilar, untuk membuat lubang atau mengebor bermacam-macam bahan teknik. Alat pengulir adalah berfungsi untuk membuat ulir, baik ulir dalam maupun ulir luar. Alat untuk pembuatan ulir dalam disebut tap dan untuk pembuatan ulir luar disebut snei (*die*).

Alat pemukul (palu atau martil), yaitu peralatan yang dipergunakan untuk memukul benda kerja maupun peralatan lainnya yang dalam fungsi kerjanya memerlukan pukulan, terdiri dari beberapa macam antara lain palu pen, palu konde, dan palu plastik.

d. Tugas

Pengamatan

Masing-masing peserta didik diminta untuk mengamati beberapa macam bentuk benda kerja yang terbuat dari bahan logam baja lunak (*mild steel*) dan atau logam non besi seperti aluminium, dan masing-masing peserta didik diminta untuk mengidentifikasi alat apa saja yang digunakan untuk membuat benda kerja tersebut.

Sebagai contoh benda kerja hasil dari praktik kerja bangku seperti berikut (lihat gambar).





Selanjutnya peserta didik diminta untuk melakukan pengamatan di bengkel dan atau di laboratorium dan menemukan sebanyak-banyaknya dari peralatan yang lazim digunakan dalam proses kerja bangku. Hasil pengamatan dicatat spesifikasinya meliputi: nama, bentuk dan ukurannya (didokumentasikan dalam bentuk gambar), terbuat dari bahan apa, bagaimana sifat-sifatnya, fungsi dan cara penggunaannya, dsb.

Contoh Lembar pengamatan:

Nama Alat	: ....
Gambar	: ....
	....
Dimensi /Ukuran	: ....
Bahan	: ....

Diskusi

Dalam kegiatan ini peserta didik dibagi dalam kelompok-kelompok kecil (misal 6 orang/kelompok), mendiskusikan hasil pengamatan masing-masing untuk membuat kesimpulan sementara mengenai spesifikasi setiap macam alat kerja bangku, apa fungsinya, dan bagaimana cara kerja atau cara menggunakannya serta bagaimana cara perawatannya.

Selanjutnya pilih satu orang dari kelompok kecil sebagai juru bicara dalam diskusi kelas untuk menghasilkan kesimpulan akhir mengenai spesifikasi setiap macam alat kerja bangku, apa fungsinya, dan bagaimana cara kerja atau cara menggunakannya serta bagaimana cara perawatannya. Dalam diskusi ini peserta didik boleh menggunakan referensi-referensi baik yang bersumber dari buku-buku maupun dari internet untuk memperoleh jaminan bahwa peristilahan maupun penamaan alat hasil diskusi dapat berlaku secara nasional maupun internasional.



e. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan dibawah ini pada lembar jawaban yang sudah tersedia!

1. Sebutkan dan jelaskan fungsi peralatan kerja bangku , minimal 5 !
2. Jelaskan jenis dan fungsi dari kikir !
3. Jelaskan jenis dan fungsi dari TAP !

f. Kunci Jawaban Tes Formatif

1.

…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
……………………………..

2.

…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………



………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

…………………..

3.

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………..

g. Lembar Kerja Peserta didik

(disesuaikan dengan Tugas)



Kegiatan Belajar 2: Teknik Mengikir

a. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan belajar teknik mengikir, peserta didik dapat:

⇒ Mengidentifikasi perlengkapan peralatan teknik mengikir.

⇒ Mempergunakan peralatan teknik mengikir dengan benar

⇒ Merawat peralatan teknik mengikir dengan benar

⇒ Mengontrol ukuran dari benda kerja.

⇒ Menandai benda kerja sesuai dengan ukuran.

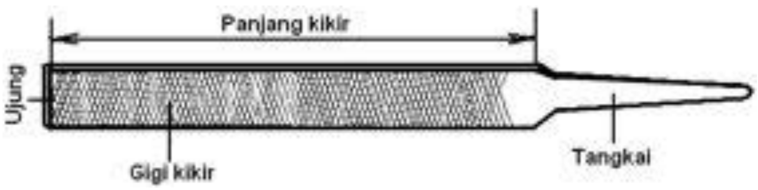
⇒ Mengikir pelat pada semua bagian dengan ketelitian 0,1 mm.

⇒ Memingul pelat dengan sudut 45^0.

⇒ Memeriksa hasil kerja.

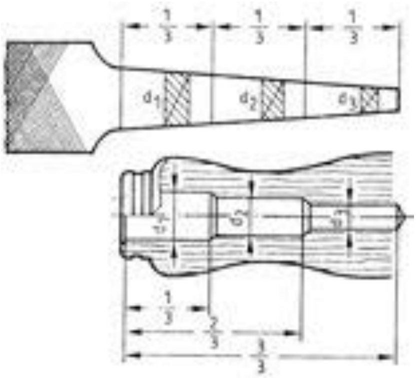
b. Uraian Materi

Peralatan utama dalam kegiatan mengikir adalah kikir. Dimuka telah dijelaskan bahwa kikir terbuat dari baja perkakas berkarbon tinggi. Bentuk kikir dapat dilihat seperti gambar berikut.



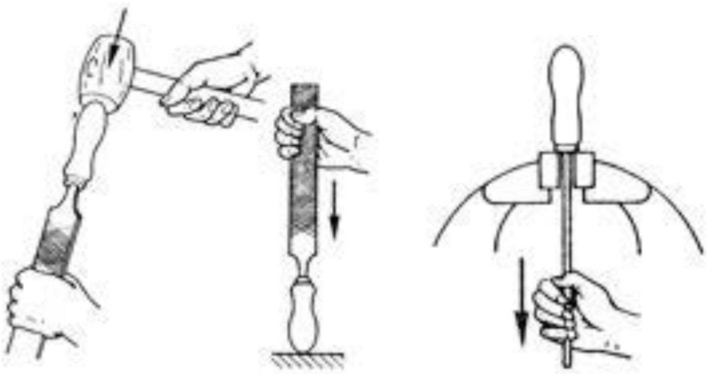
Gambar 8.1 Kikir

Untuk memasang dan melepas gagang atau pegangan kikir harus dengan cara yang benar dan aman. Pertama-tama ukur panjang dan penampang tangkai kikir yang akan diberi gagang. Kemudian siapkan gagang kikir dengan memberi lubang awal dengan ukuran yang sesuai dengan ukuran tangkai kikir. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 8.2 Membuat lubang pada gagang kikir

Masukkan tangkai kikir pada lubang tersebut dan beri pukulan ringan, dan terakhir pukulkan gagang kikir pada landasan yang keras. Memasang gagang kikir harus kuat dan lurus terhadap tangkai/puting kikir. Untuk melepas gagang kikir gunakan ragum dengan cara membuka ragum secukupnya asal bilah kikir dapat masuk.

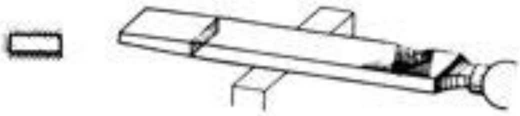


Gambar 28.3 Memasang dan melepas Gagang Kikir

Menggunakan kikir haruslah sesuai dengan bentuknya seperti yang dicontohkan dalam gambar berikut ini.

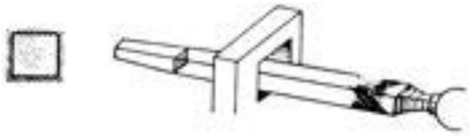
Kikir Datar   :





Gambar 8.4 Fungsi kikir datar

Kikir Bujur sangkar:



Gambar 8.5 Fungsi kikir bujur sangkar

Kikir Segitiga :



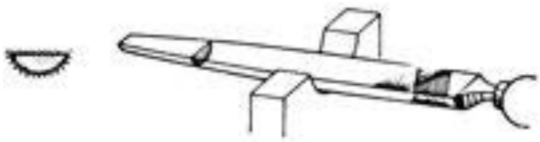
Gambar 8.6 Fungsi kikir segitiga

Kikir Bulat :



Gambar 8.7 Fungsi kikir bulat

Kikir Setengah bulat:

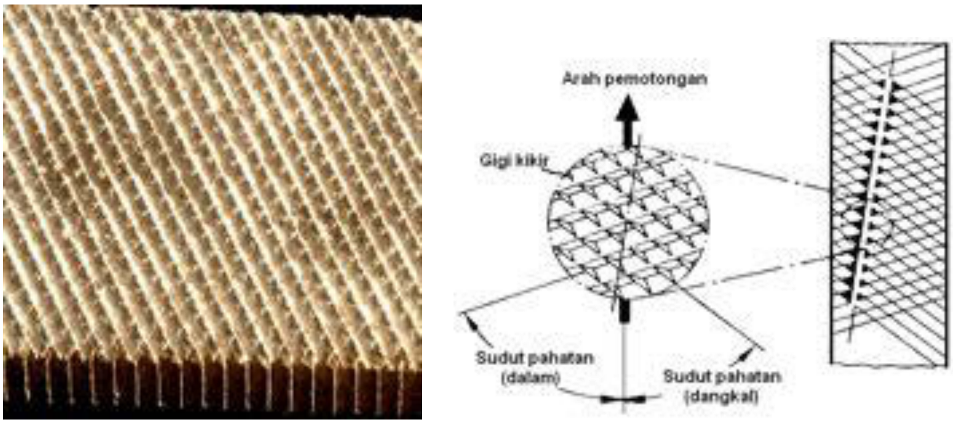


Gambar 8.8 Fungsi kikir setengah bulat



Gigi Kikir:

Gigi kikir dibentuk melalui pemahatan pada bilah kikir. Untuk pengikiran kelompok logam ferro umumnya menggunakan kikir dengan pahatan/guratan ganda. Pahatan yang pertama adalah pahatan dalam, bersudut 70° terhadap garis tengah kikir dan yang kedua adalah pahatan dangkal, menyilang terhadap pahatan pertama dan bersudut 45° terhadap garis tengah kikir.



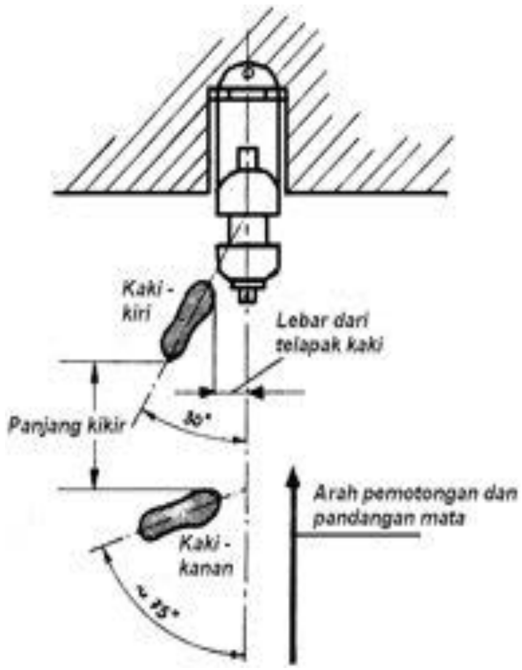
Gambar 8.9 Gigi kikir

Bagaimana sikap dalam mengikir ?

Posisi kaki

Selama kegiatan mengikir peserta harus selalu berdiri disebelah kiri ragum dengan posisi kaki sedemikian rupa dan tetap pada tempatnya, jarak antara kaki kanan dan kiri menyesuaikan dengan panjang kikir yang sedang digunakan.

Jika dilihat dari atas, maka posisi telapak kaki kiri terhadap poros ragum sebesar ± 30° dan kaki kanan sebesar ± 75°. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 8.10 Posisi Kaki dalam mengikir

Setelah posisi kaki benar, bagaimana gerakan dalam mengikir. Gerakan mengikir yang benar adalah gerakan kedua tangan yang diikuti oleh ayunan badan supaya gerakan kedepan mendapatkan tekanan yang memadai. Gerakan harus maksimal sepanjang kikir dan jumlah gerakan kedepan (pemotongan) kurang lebih 40 – 50 gerakan per menit.

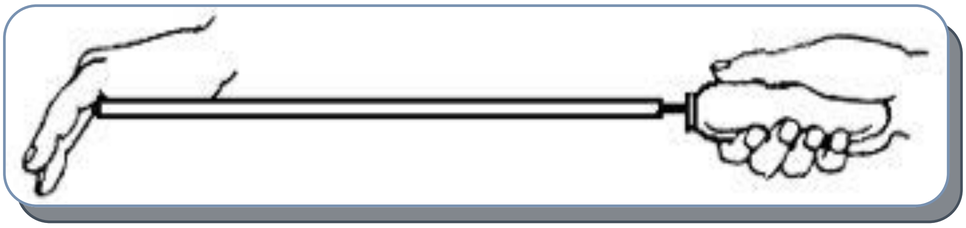


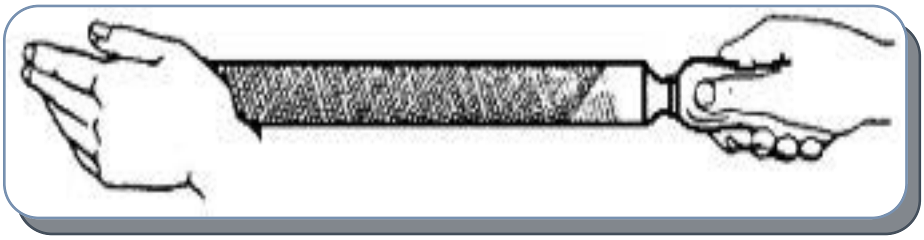
Gambar 8.11 Gerakan Mengikir



Pemegangan Kikir

Secara normal tangan kanan memegang gagang kikir dengan mantap dan memberikan tekanan pada ujung gagang kikir dengan bagian tengah telapak tangan. Ibu jari terletak di atas dan jari-jari lainnya di bawah gagang. Sedangkan tangan kiri diletakkan pada ujung kikir dengan cara meletakkan telapak tangan dan ibu jari diatas ujung kikir, sedangkan jari-jari yang lain merapat dilipat kebawah tanpa memegang ujung kikir.





Gambar 8.12 Pemegangan kikir

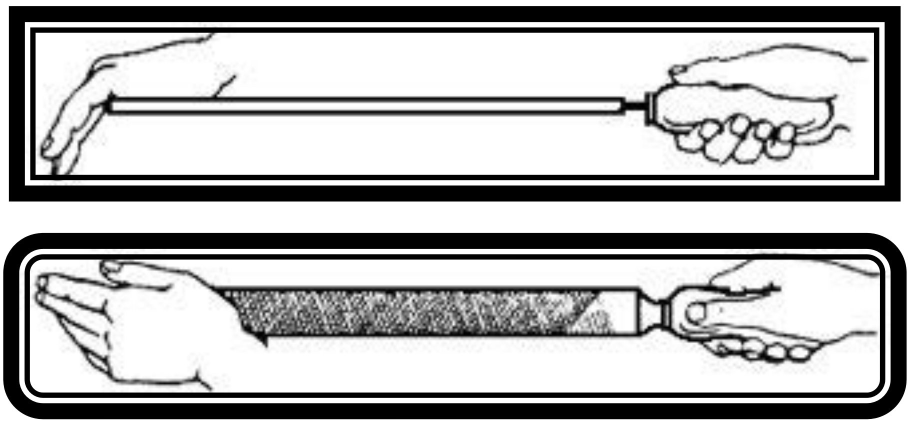
Arah pengikiran

Pengikiran dapat dilakukan dalam berbagai arah, yaitu pengikiran menyilang, memanjang, dan melintang. Pengikiran menyilang yaitu dilakukan dalam dua arah pengikiran, arah pertama posisi kikir 45° terhadap benda kerja dan arah kedua posisi kikir 90° terhadap arah kikir yang pertama. Pengikiran memanjang jika arah pengikiran sejajar dengan panjang benda kerja. Pengikiran melintang jika arah pengikiran melintang terhadap panjang benda kerja.



Pemegangan Kikir

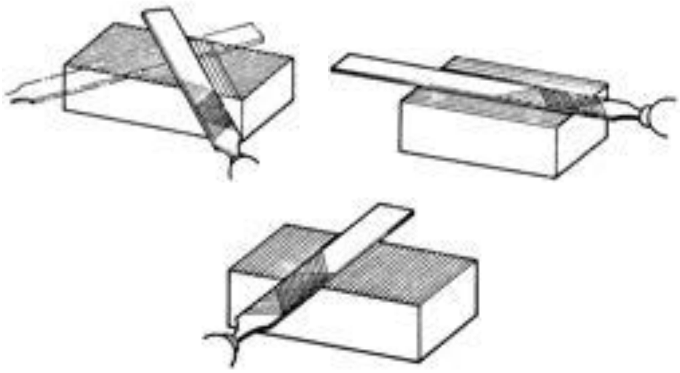
Secara normal tangan kanan memegang gagang kikir dengan mantap dan memberikan tekanan pada ujung gagang kikir dengan bagian tengah telapak tangan. Ibu jari terletak di atas dan jari-jari lainnya di bawah gagang. Sedangkan tangan kiri diletakkan pada ujung kikir dengan cara meletakkan telapak tangan dan ibu jari diatas ujung kikir, sedangkan jari-jari yang lain merapat dilipat kebawah tanpa memegang ujung kikir.



Gambar 8.12 Pemegangan kikir

Arah pengikiran

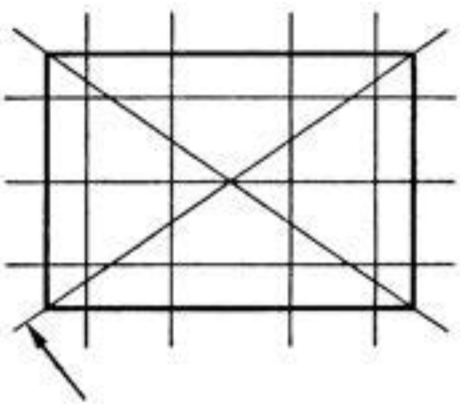
Pengikiran dapat dilakukan dalam berbagai arah, yaitu pengikiran menyilang, memanjang, dan melintang. Pengikiran menyilang yaitu dilakukan dalam dua arah pengikiran, arah pertama posisi kikir 45° terhadap benda kerja dan arah kedua posisi kikir 90° terhadap arah kikir yang pertama. Pengikiran memanjang jika arah pengikiran sejajar dengan panjang benda kerja. Pengikiran melintang jika arah pengikiran melintang terhadap panjang benda kerja.



Gambar 8.13 Arah Pengikiran

Pemeriksaan Kerataan, Kesikuan, dan Kesejajaran

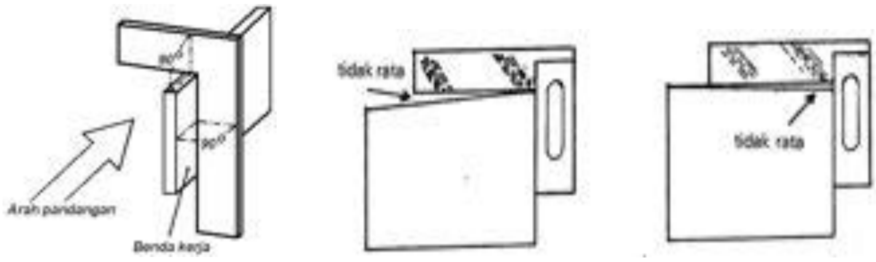
Memeriksa kerataan permukaan benda kerja dapat menggunakan mistar baja atau mal kerataan (*straight gauge*) dengan cara merapatkan sisi mistar/ mal pada permukaan benda kerja dari berbagai arah (digonal, membujur, dan melintang). Indikator kerataan yaitu jika diantara mistar/mal dan permukaan benda kerja tidak ada celah cahaya yang tampak.



Gambar 8.14 Pemeriksaan Kerataan

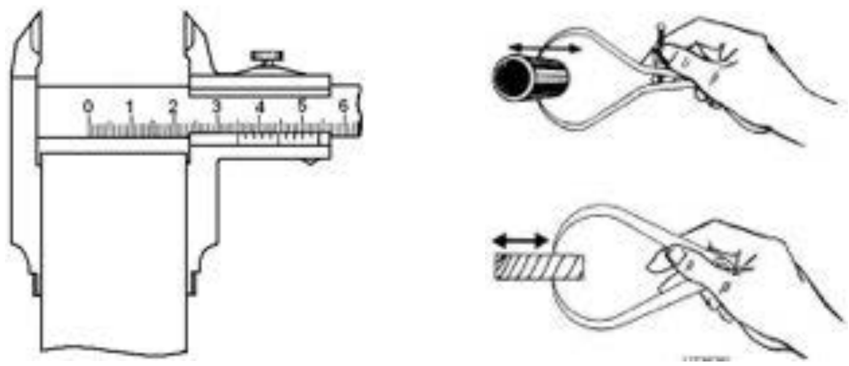
Memeriksa kesikuan antara dua bidang permukaan benda kerja yang saling berpotongan 90° dapat menggunakan siku-siku yaitu dengan cara merapatkan siku-siku pada dua bidang permukaan yang diperiksa. Indikator kisikuan jika sepanjang sisi siku-siku rapat pada permukaan benda kerja dan tanpa celah cahaya.





Gambar 8.15 Pemeriksaan Kesikuan

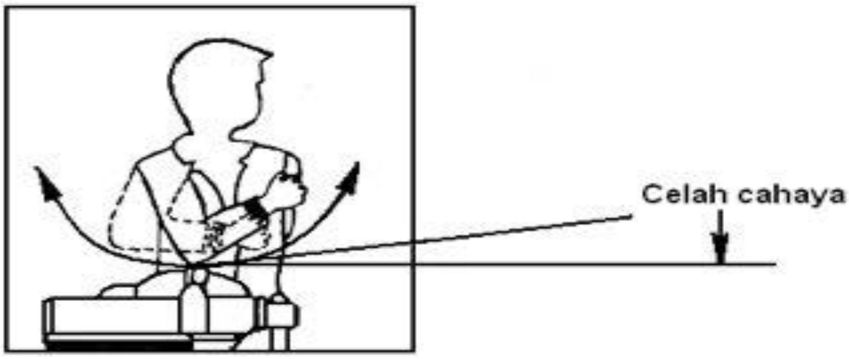
Memeriksa kesejajaran dua permukaan bidang benda kerja yang saling berseberangan dapat menggunakan jangka sorong atau jangka bengkok, yaitu dengan cara merapatkan kedua rahang jangka sorong pada permukaan yang diperiksa. Indikator kesejajarannya jika kedua rahang jangka sorong rapat pada permukaan benda kerja tanpa celah cahaya.



Gambar 8.16 Pemeriksaan Kesejajaran

Tinggi Bangku Kerja

Tinggi bangku kerja (ragum) yang tidak sesuai (ketinggian atau kerendahan) akan mempengaruhi ketahanan kerja maupun mutu hasil kerja. Oleh karena itu perlu dipilih yang sesuai dengan tinggi badan penggunanya. Syarat ketinggian ragum yaitu jika kita mengayunkan siku tangan kita maka tidak sampai menyentuh bagian atas dari ragum. Jika ragum terlalu tinggi maka perlu disiapkan balok pijakan yang sesuai.



Gambar 8.17 Mengukur Tinggi Ragum

c. Rangkuman

1. Peralatan utama dalam kegiatan mengikir adalah kikir. Untuk memasang dan melepas gagang atau pegangan pada tangkai kikir harus dengan cara yang benar dan aman.
2. Menggunakan kikir harus sesuai dengan bentuknya. Bentuk kikir bermacam-macam yaitu kikir datar, bujur sangkar, segitiga, bulat, dan setengah bulat.
3. Gigi kikir dibentuk melalui pemahatan, pahatan yang dalam bersudut 70° terhadap garis tengah kikir dan pahatan dangkal menyilang terhadap pahatan pertama dan bersudut 45° terhadap garis tengah kikir.
4. Selama mengikir harus selalu berdiri, posisi kaki kiri dan kanan diatur sedemikian rupa menyesuaikan dengan panjang kikir yang digunakan.
5. Gerakan mengikir adalah gerakan kedua tangan diikuti oleh ayunan badan supaya gerakan kedepan mendapatkan tekanan yang memadai.
6. Arah pengikiran dapat dilakukan dengan arah menyilang, memanjang, dan melintang.
7. Memeriksa kerataan permukaan benda kerja dapat dilaksanakan menggunakan mistar baja/mal kerataan dari arah digonal, membujur, dan melintang.
8. Memeriksa kesikuan dua bidang dilaksanakan menggunakan siku-siku.



9. Memeriksa kesejajaran dua bidang dilaksanakan menggunakan jangka sorong atau dapat juga dengan jangka bengkok.

d. Tugas

Masing-masing peserta didik memilih salah satu alat utama maupun pendukung yang digunakan untuk kerja teknik mengikir. Mengamati alat tersebut dan hasil pengamatan dideskripsikan dalam laporan pengamatan.

e. Tes Formatif

1. Sebutkan macam-macam kikir dan fungsinya!
2. Gambarkan posisi kaki yang benar pada saat mengikir
3. Bagaimanakah persyaratan tinggi ragum yang sesuai dengan tinggi badanmu?
4. Bagaimana memeriksa kerataan permukaan benda kerja?
5. Bagaimanakah memeriksa kesikuan bendakarja?

f. Kunci Jawaban Tes Formatif

1. ………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………

2.
………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………



……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

………………………

3……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………..

4……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

………………………

5……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

....
....
....
....
....
....

g. Lembar Kerja Peserta Didik

Topik :

- Mengikir

Tujuan :

- Menurut tujuan pembelajaran kegiatan belajar 2: Teknik Mengikir

Waktu :

- 6 (enam) jam pelajaran

Alat-alat :

- ✓ Bermacam-macam kikir (kasar - halus).
- ✓ Sikat Kikir
- ✓ Peralatan menggaris.
- ✓ Siku-siku sudut (90^0) dan sudut (135^0).
- ✓ Jangka sorong.

Bahan :

- ✓ 1 (satu) Potong Pelat Baja Lunak St. 37 81 x 43 x 4 mm



Langkah Kerja :

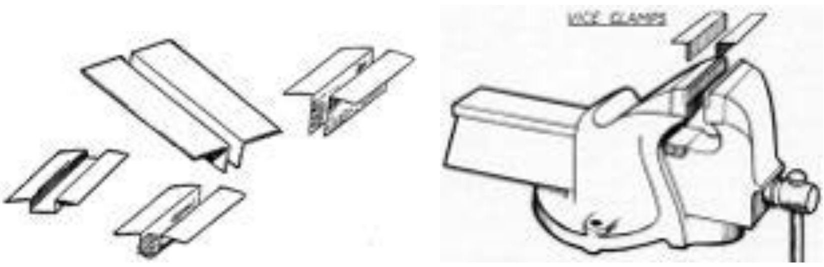
1. Mengikir semua sisi benda kerja samapai rata, tepat ukuran, dan siku.
2. Membuat pingulan pada benda kerja dengan ukuran $2x45^0$.
3. Memeriksa hasil pengikiran.

Instruksi Kerja :

- ✓ Peserta didik telah memahami tujuan pembelajaran
- ✓ Peserta didik telah memahami pengetahuan mengikir
- ✓ Peserta didik memperhatikan contoh kerja (demonstrasi) oleh pengampu
- ✓ Peserta didik melaksanakan kegiatan dengan sepenuh hati dan sesuai dengan gambar kerja serta instruksi yang diberikan oleh pengampu.

Keselamatan Kerja:

- ⇒ Pastikan bahwa gagang kikir masih dalam kondisi baik, tidak pecah, dan ikatannya kuat dan lurus terhadap kikir.
- ⇒ Lakukan pengencangan ragum hanya dengan tekanan tangan, jangan sekali-kali dengan pukulan palu.
- ⇒ Bila perlu gunakan pelat pelindung (pelat ragum) untuk menghindari kerusakan permukaan benda kerja dari jepitan ragum. Pelat pelindung dapat dibuat dari pelat baja lunak, aluminium, seng, atau menggunakan pelat ragum buatan pabrik.

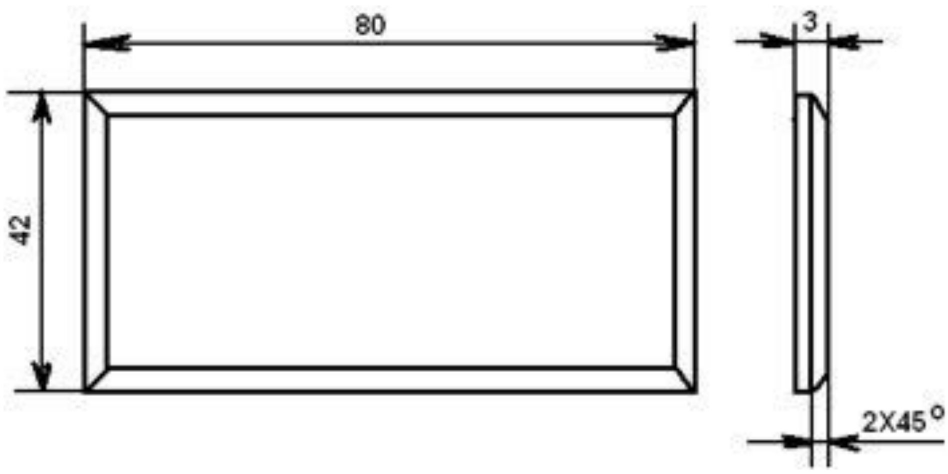


Gambar 8.18 Pelat Ragum



⇒ Laporkan kepada pengampu setiap ada ketidaklayakan yang dapat menimbulkan bahaya

Gambar Kerja :



Kegiatan Belajar 3: Menandai

a. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan belajar teknik menandai, peserta didik dapat:

⇒ Mengidentifikasi peralatan penanda pada kerja bangku.

⇒ Menggunakan peralatan penanda pada kerja bangku dengan benar sesuai fungsinya dan aman

⇒ Menandai benda kerja sesuai dengan tugas (gambar kerja)

⇒ Merawat peralatan penanda dengan benar

⇒ Memeriksa hasil kegiatan penandaan.

⇒ Membersihkan hasil kerja (benda kerja).

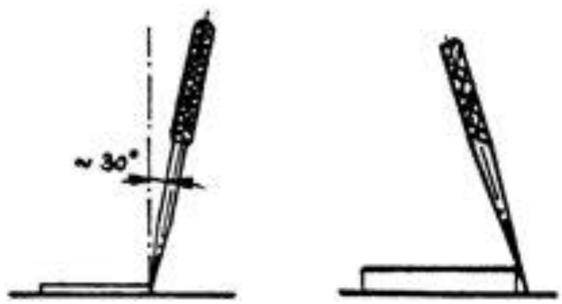


b. Uraian Materi

Kegiatan penandaan pada kerja bangku meliputi menggores, menitik, dan menyetempel.

Menggores adalah kegiatan menandai permukaan benda kerja dengan menggunakan penggores. Hasil penandaan berupa garis lurus atau lengkung sebagai batas ukuran pengerjaan selanjutnya. Hasil penandaan juga berupa perpotongan dua garis atau lebih, dimana titik perpotongan garis digunakan sebagai titik batas atau titik pusat lingkaran atau lubang.

Pekerjaan menggores harus dilakukan dengan benar, terutama bagaimana mengarahkan penggores yang benar. Kesalahan mengarahkan penggores dapat berakibat pada ketidaklurusan hasil goresan dan ketidaktepatan ukuran yang diinginkan.



a b

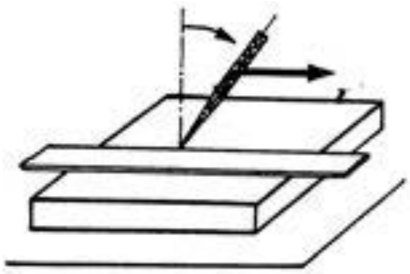
Gambar 9.1 Arah Penggores

Keterangan gambar:

a. Arah penggores benar b. Arah penggores salah

Sebagai pengarah untuk menarik garis lurus, dapat menggunakan mistar baja atau siku-siku. Mistar atau siku-siku ditekan pada benda kerja dengan kuat (jangan sampai bergeser ketika menggores) dan penggores diposisikan sedemikian rupa (lihat gambar 3.1 a) kemudian ketika menarik garis, penggores dimiringkan kearah gerakan penggoresan dan dilakukan hanya sekali saja dengan mantap.





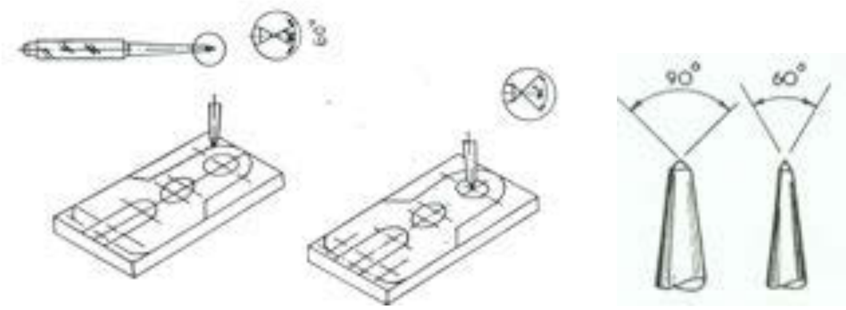
Gambar 9.2 Arah Menggores

Menitik adalah kegiatan memberi tanda pada permukaan benda kerja menggunakan penitik. Hasil kegiatan ini adalah berupa titik cekung berbentuk kerucut. Kegiatan menitik harus dilakukan dengan seksama, karena jika dilakukan serampangan akan menghasilkan titikan yang tidak sempurna dan akan mengakibatkan ketidaktepatan ukuran pada pekerjaan selanjutnya. Kegiatan menitik diawali dengan mengukur dan membuat perpotongan garis ditempat yang akan dititik. Kemudian memegang penitik miring sedemikian rupa dan menempatkan ujung penitik tepat pada perpotongan garis, kemudian menegakkan penitik dan memberi satu kali pukulan ringan. Setelah memeriksa ketepatannya maka hasil penitikan dapat diperbesar dengan menitik sekali lagi dengan pukulan yang lebih keras.



Gambar 9.3 Urutan Penitikan

Perlu diingat bahwa ujung penitik untuk titik pusat pembuatan lubang (bor) harus bersudut 90° dan ujung penitik untuk titik-titik batas/garis pengerjaan bersudut 60°.



Gambar 9.4 Sudut Ujung Penitik

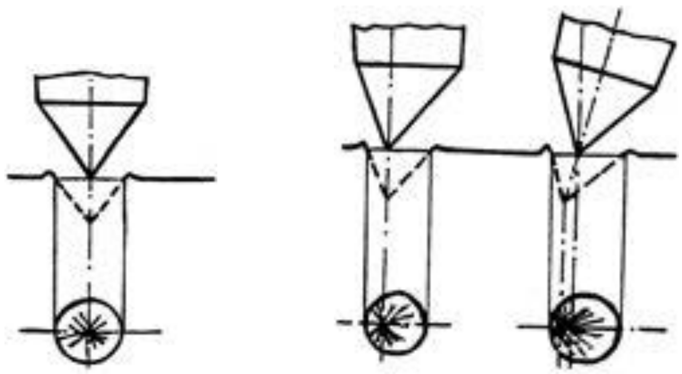
Membentuk ujung penitik dilakukan dengan cara menggerinda dan harus dilakukan dengan seksama dan penuh kehati-hatian dengan bersikap yang benar dan mengenakan alat pelindung diri yang sesuai. Untuk memperoleh hasil yang baik, selama menggerinda posisi ujung penitik harus mengarah berlawanan dengan arah putaran gerinda dan penitik sambil diputar dengan ibu jari secara teratur. Kemiringan penitik disesuaikan dengan sudut ujung yang diinginkan. Pemeriksaan hasil dapat menggunakan mal sudut.



Gambar 9.5 Cara menggerinda penitik

Hasil penggerindaan harus runcing dan benar-benar simetris, karena bentuk ujung penitik yang tidak simetris juga menghasilkan titik yang tidak simetris, seperti halnya jika pada saat menitik penitiknya tidak tegak lurus terhadap benda kerja, hasil titikannya juga tidak simetris (perhatikan gambar berikut).





a b c

Gambar 9.6 Hasil penitikan

Keterangan gambar:

a. Hasil penitikan yang baik
b. Hasil penitikan dari ujung penitik yang tidak simetris
c. Hasil penitikan dari penitik yang tidak tegak lurus dengan benda kerja

Penandaan dengan batang stempel

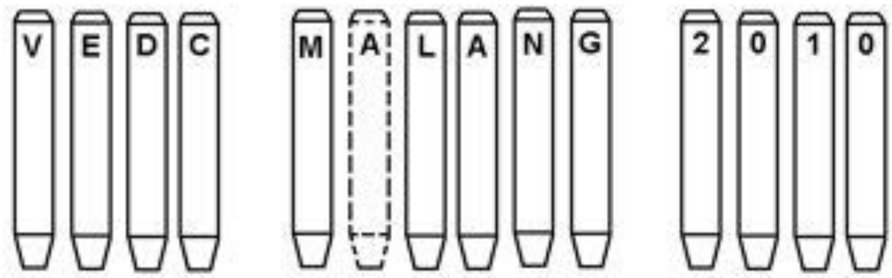
Stempel dibuat dari baja perkakas, yang diperlakukan panas seperti dikeraskan dan ditemper (60 – 62 HRc). Pada batang stempel dituliskan tanda identitas dan ukurannya (tinggi huruf, angka, atau tanda lainnya). Dalam penggunaannya, tanda identitas harus menghadap ke pemakai.



Gambar 9.7 Stempel

Stempel tidak boleh digunakan pada bidang yang telah dikeraskan atau bahan kasar (*raw*), jika digunakan untuk itu, maka stempel tersebut akan cepat rusak.

Penandaan dengan batang stempel (cap) harus dilakukan dengan seksama dan teliti demi memperoleh hasil penyetempelan yang teratur dan rapi. Oleh karena itu sebelum melakukan penyetempelan maka batang stempel yang akan digunakan diatur lebih dulu sedemikian rupa sesuai dengan urutan atau bacaan tanda yang akan dibuat, untuk mempercepat pekerjaan dan menghindari kesalahan. Karena masing-masing tanda tersedia satu buah saja dan jika kebutuhannya lebih dari satu, maka diisi salah satu saja, sedangkan yang lainnya dikosongkan.



Gambar 9.8 Penataan stempel

c. Rangkuman

(dalam persiapan)

d. Tugas

(dalam prsiapan)

e. Tes Formatif

(dalam persiapan)



f. Lembar Jawaban Tes Formatif

(dalam persiapan)

g. Lembar Kerja Peserta Didik

Topik:

- ➢ Menandai (menyetempel)

Tujuan:

- ➢ Menurut tujuan pembelajaran kegiatan belajar 3: Menandai

Waktu:

- ➢ 4 (empat) jam pelajaran

Alat-alat:

- ✓ Palu.
- ✓ Penggores.
- ✓ Penitik.
- ✓ Mistar baja.
- ✓ Stempel.
- ✓ Kertas ampelas.

Bahan:

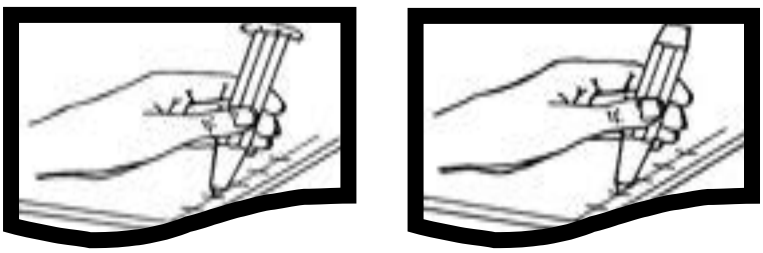
Pelat Baja Lunak St. 37 (hasil kegiatan belajar 2)

Langkah Kerja:

1. Menggores.
2. Menitik dan mengebor.
3. Menyetempel.
4. Menandai.
5. Memeriksa hasil kerja.

Keselamatan Kerja:

Penitik yang kepalanya sudah mengembang lebih baik tidak digunakan sebelum diperbaiki. Kepala penitik yang sudah mengembang dapat menyimpangkan arah pukulan palu, sehingga hasilnya dapat berubah dari yang sudaah direncanakan.



a b

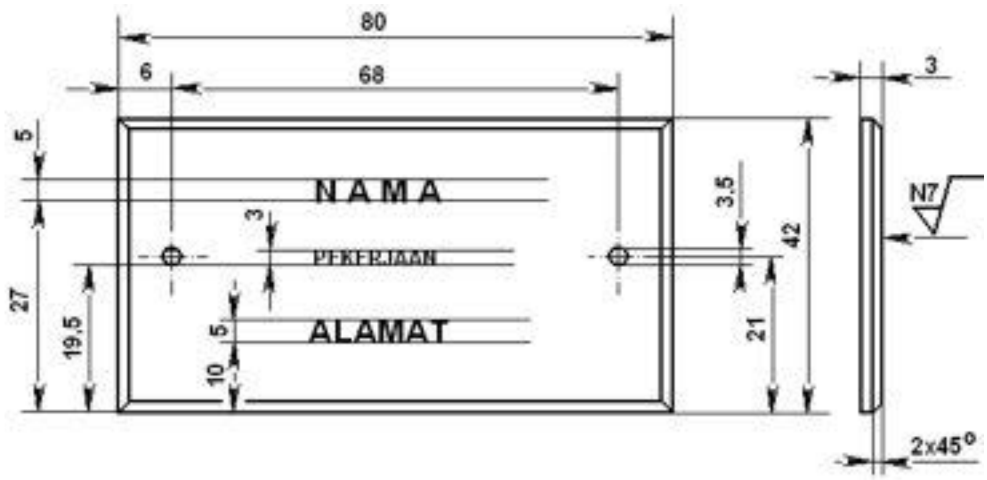
Gambar 9. 9 Kepala penitik

Keterangan:

a. Salah

b. benar

Gambar Kerja



Kegiatan Belajar 4: Menggergaji

a. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan belajar teknik menggergaji, peserta didik dapat:

⇒ Mengidentifikasi peralatan menggergaji dalam kerja bangku.

⇒ Mempergunakan peralatan menggergaji dengan benar sesuai dengan fungsinya

⇒ Memasang daun gergaji di dalam sengkang gergaji dengan benar.

⇒ Menggergaji pelat baja lunak, pada posisi benda kerja tegak dan datar dengan ketelitian ± 1 mm.

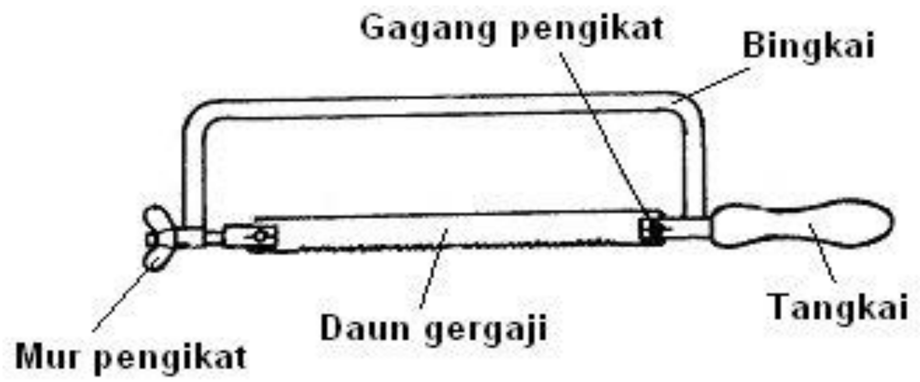
⇒ Merawat peralatan menggergaji dengan benar

⇒ Mengontrol ukuran dari benda kerja.

b. Uraian Materi

Peralatan utama dalam kegiatan menggergaji dalam kerja bangku adalah gergaji tangan (*Hack saw*). Gergaji tangan terdiri dari bingkai (sengkang) untuk pembentangan daun gergaji, tangkai (gagang) untuk pegangan, daun

gergaji sebagai pemotong, dan mur/baut pengencang untuk menegangkan daun gergaji.



Gambar 10.1 Gergaji Tangan

Bingkai gergaji ada yang dibuat dari pipa baja, baja pejal, atau pelat baja yang dibentuk. Bingkai geraji harus kuat dan tidak mudah bengkok, karena harus mampu menegangkan daun gergaji saat digunakan. Bingkai gergaji dapat menyesuaikan dengan panjang daun gergaji melalui bingkai yang dapat disetel atau melalui pilihan lubang-lubang yang ada pada baut penegang. Pada baut penegang pada umumnya dipasang baut kupu-kupu untuk mengencangkan daun gergaji.

Daun gergaji tangan merupakan alat pemotong dan pembuat alur yang sederhana, bagian sisinya terdapat gigi-gigi pemotong yang dikeraskan. Bahan daun gergaji pada umumnya terbuat dari baja perkakas (*tool steel*), baja kecepatan tinggi (*HSS/high speed steel*), dan baja tungsten (*tungsten steel*).

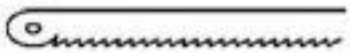
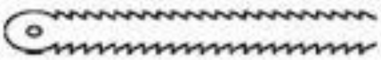
Daun gergaji tersedia dalam bergai macam ukuran, antara lain dapat ditinjau dari jumlah gigi pada setiap inchi, pada umumnya yang digunakan yang memiliki jumlah gigi 14; 18; 24; dan 32 setiap inchi. Pemilihan daungergaji harus disesuaikan dengan bahan yang akan dipotong serta ukurannya.

Pemilihan Daun Gergaji dapat dilihat dari spesifikasinya meliputi jenis, simpangan gigi (lihat keg. Belajar 1), jumlah gigi setiap panjang 1 inchi, dan



panjang daun gergaji ditentukan oleh jarak sumbu lubang. Contoh penulisan spesifikasi daun gergaji secara lengkap: *Single cutstraight set-18T-12"*

Tabel 10.1 Jenis daun gergaji dan fungsinya

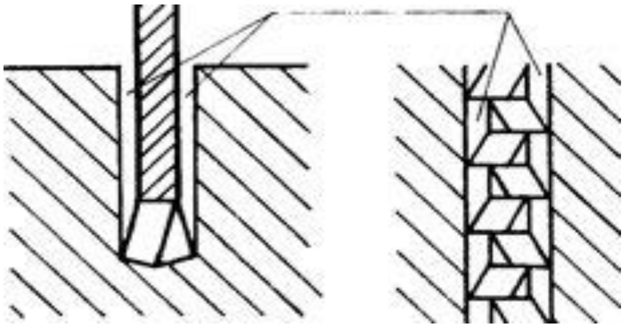
No.	Jenis Daun Gergaji	Pemakaian
1.	*Single cut* 	Kedalaman tak terbatas
2.	*Double cut* 	Maksimal kedalaman pemotongan sedikit di bawah gigi sebelah atas

Tabel 10.2 Jumlah gigi gergaji dan penggunaannya

Jumlah Gigi/Inchi	Penggunaan
14 – 18	Untuk bahan pejal yang besar/tebal dari St. 37, Tembaga, Kuningan, dan Besi tuang
22 – 24	Untuk bahan yang keras, berbentuk dan tebal / baja karbon
28 – 32	Untuk bahan yang keras, berbentuk tipis atau pelat (tebal min. 2,4 mm)

Simpangan pada gigi gergaji dibuat supaya alur hasil pemotongan lebih lebar sedikit dibanding tebal daun gergaji itu sendiri, dengan demikian pada saat digunakan untuk memotong daun gergaji tidak terjepit benda kerja.Celah bebas





Gambar 10.2 Simpangan Gigi Gergaji

c. Rangkuman

....
....
....

d. Tugas

(dalam persiapan)

e. Tes Formatif

(dalam persiapan)

f. Lembar Jawaban Tes Formatif

(dalam persiapan)

g. Lembar Kerja Peserta Didik

Topik:

- Menggergaji

Tujuan:

- Menurut tujuan kegiatan belajar 4: Menggergaji

Waktu:

- 6 (enam) jam pelajaran

Alat-alat:

- ✓ Mistar baja.
- ✓ Penggores.
- ✓ Siku-siku.
- ✓ Palu.
- ✓ Gergaji tangan untuk logam.
- ✓ Stempel.
- ✓ Kikir datar.

Bahan:

- ✓ Pelat Baja St.37 70 x 65 x 8 mm

Langkah Kerja:

1. Mengikir serpih pada pinggiran benda kerja.
2. Membuat garis-garis batas pemotongan dengan penggores.
3. Memberi nomor-nomor.
4. Memaasang benda kerja pada posisi tegak.
5. Menggergaji sepanjang garis batas pertama.
6. Memasang benda kerja pada posisi datar.
7. Menggergaji sepanjang garis batas kedua.
8. Memeriksa hasil kerja..



Instruksi Kerja:

- Gunakan gergaji secara maksimal sepanjang yang ada giginya
- Peganglah gagang dan ujung bingkai gergaji dengan mantap
- Menggergaji jangan tergesa-gesa, aturlah ritme menggergaji kira-kira empat puluh gerakan dalam satu menit
- Jepitlah benda kerja sesuai perintah kerja atau instruksi pengampu,
- Garis batas pemotongan jangan terlalu jauh dengan rahang ragum

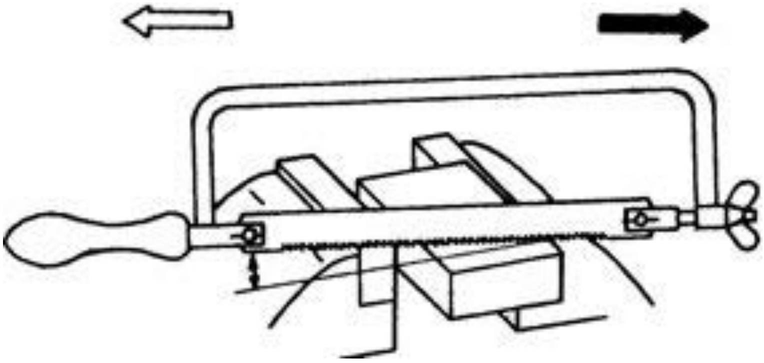


Gambar 4.3 Penjepitan benda kerja pada ragum

- Berikan tekanan pada gergaji hanya pada saat gerakan maju

Gerakan mundur **Gerakan maju**

(tanpa tekanan) **(dengan tekanan)**



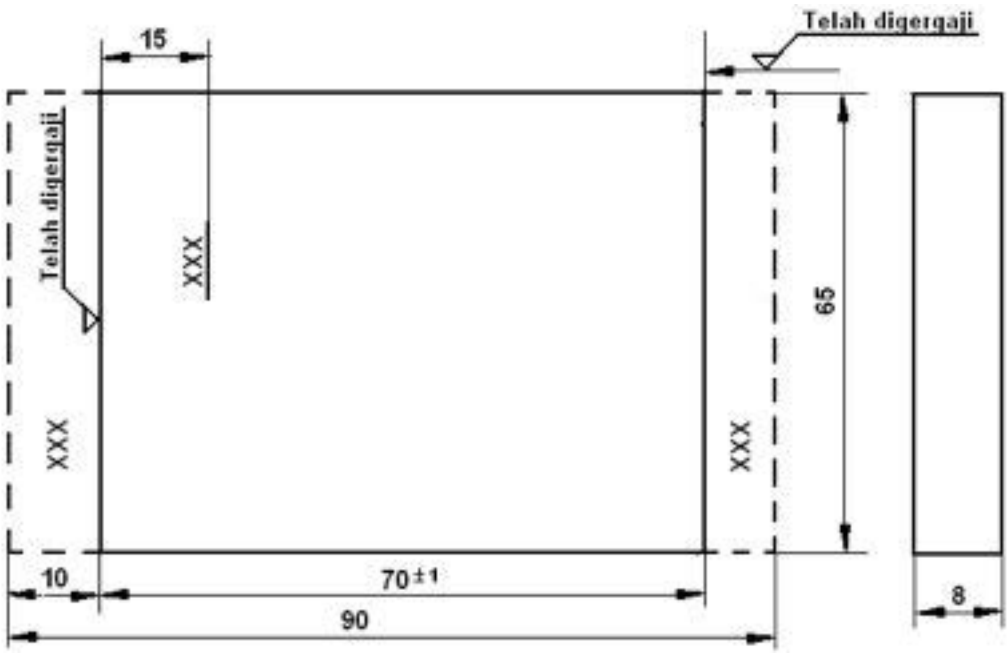
Sudut kemiringan ± 10 °



Keselamatan Kerja:

Hati-hatilah pada saat menggergaji, ketika benda kerja akan putus perlambat gerakan menggergaji dan kurangi tekanan sampai benda kerja terputus.

Gambar Kerja:



Kegiatan Belajar 5: Memahat

a. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan belajar teknik memahat, peserta didik dapat:

⇒ Mengidentifikasi perlengkapan peralatan teknik memahat.

⇒ Mempergunakan peralatan teknik memahat dengan benar

⇒ Merawat peralatan teknik memahat dengan benar

⇒ Mengontrol ukuran dari benda kerja.

⇒ Menandai benda kerja sesuai dengan ukuran.

⇒ Memahat pelat baja lunak dengan ketelitian ± 1,0 mm.

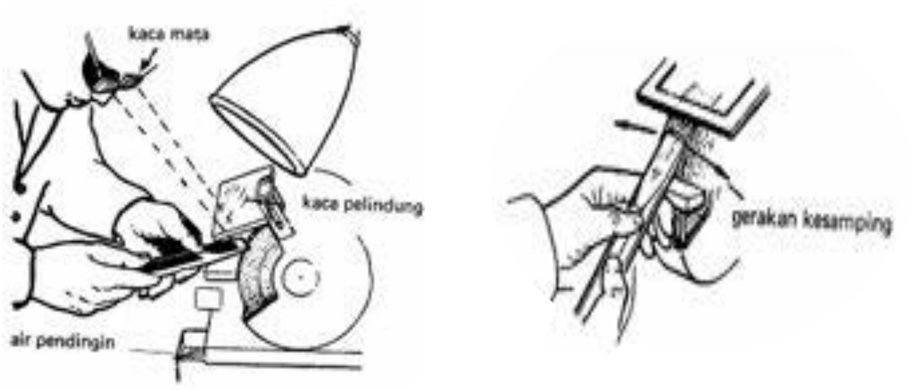
⇒ Memeriksa hasil kerja.

b. Uraian Materi

Kegiatannmemahat adalah untuk keperluan-keperluan seperti memotong, membuat alur, meratakan bidang, membentuk sudut dsb. Dalam kerja bangku alat yang digunakan adalah pahat tangan. Pada kegiatan belajar 1 sudah dijelaskan mengenai beberapa macam pahat, antara lain pahat datar, pahat alur, pahat kuku, pahat dam dan pahat diamon.

Pahat ini biasanya disebut pahat dingin karena utamanya digunakan untuk memotong pekerjaan dalam keadaan dingin. Pahat datar adalah yang paling sering digunakan.

Pahat dingin dibuat dari mengeraskan dan menemper baja karbon atau ada yang terbuat dari "baja paduan krom non-temper". Pahat supaya tajam harus digerinda dan garis-garis yang ditinggalkan oleh roda gerinda harus searah dengan sumbu pahat sehingga membantu mencegah putusnya mata pahat. Selama menggerinda harus sering mencelupkan mata pahat ke air pendingin supaya batang pahat tidak menjadi panas dan untuk menghindari penemperan yang bisa berakibat menurunnya kekerasan mata pahat.



Gambar 11.1 Menggerinda pahat

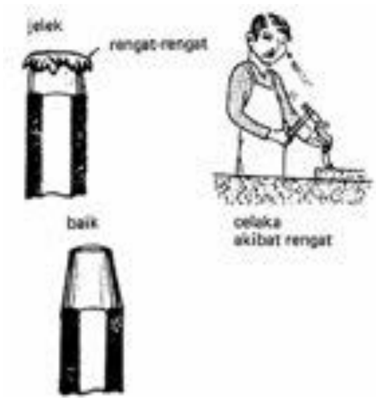
Ujung baji (mata pahat) harus dibuat sedikit melengkung sehingga ketika memotong kekuatan utama terjadi di pusat ujung baji.





Gambar 11.2 Bentuk mata pahat datar

Bagian pangkal/kepala pahat karena sering dipukul lama-kelamaan akan mengembang menjadi seperti "jamur" kecuali digerinda setiap setelah dipakai. Jika bentuk jamur ini tidak dihilangkan bisa berbahaya karena pukulan dari palu dapat melenceng dan menyebabkan pahat atau pecahan pangkalnya melesat melukai anggota badan.



Gambar 11.3 Pangkal Pahat

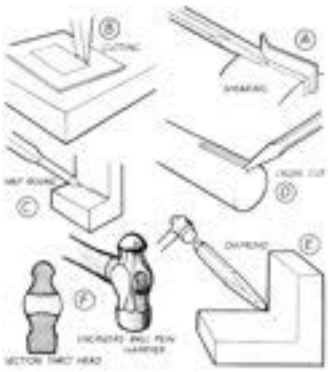
Pahat datar yang ujung tajamnya sedikit dicembungkan berguna untuk mempermudah pemotongan pelat tipis di ragum, atau untuk memotong lembaran logam di blok landasan.

Pahat setengah bulat (pahat kuku) sering digunakan untuk memotong alur minyak dan "membersihkan" bagian-bagian beralur dan bersudut.

Pahat alur digunakan di mana alur sempit diperlukan seperti alur pasak/spie.

Pahat berlian dapat digunakan untuk memotong sudut dalam yang tajam.





Gambar 11.4 Penggunaan macam-macam pahat

Keterangan gambar:

A. Pahat datar untuk menggunting pelat pada ragum
B. Pahat datar untuk memotong pelat diatas landasan
C. Pahat kuku untuk membentuk sudut yang cekung
D. Pahat alur untuk membentuk alur pasak (spie)
E. Pahat diamon untuk membentuk sudut yang tajam

c. Rangkuman

....
....
....
....

d. Tugas

(dalam persiapan)

e. Tes Formatif

(dalam persiapan)

f. Lembar Jawaban Tes Formatif

(dalam persiapan)



g. Lembar Kerja Peserta Didik

Topik:

- Memahat Pelat

Tujuan:

- Menurut kegiatan belajar 5: Memahat

Waktu:

- 4 (empat) jam pelajaran

Alat-alat:

- ✓ Mistar baja.
- ✓ Penggores.
- ✓ Palu.
- ✓ Palu perata (plastik).
- ✓ Pahat pelat.
- ✓ Stempel.
- ✓ Kikir.

Bahan:

- ✓ Baja lunak St. 37   2 x 100 x 70 mm

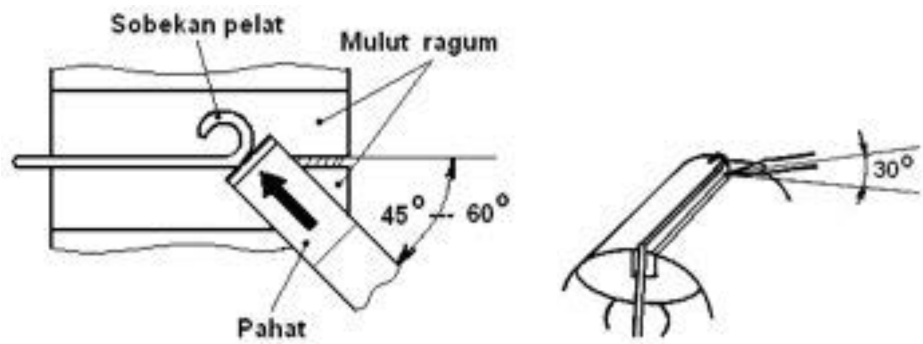


Langkah Kerja:

1. Mengikir menghilangkan serpih pada pinggiran pelat.
2. Membuat garis-garis pedoman pemotongan.
3. Memberi nomor-nomor identitas.
4. Memasang pelat pada ragum dengan benar sepanjang garis-garis.
5. Memotong dengan pahat pelat.
6. Meluruskan hasil pemotongan dengan palu plastik.
7. Memeriksa hasil pahatan.

Instruksi Kerja:

- Posisikan garis yang akan dipotong lurus sejajar dan rata dengan rahang ragum.
- Arahkan pahat menyilang terhadap benda kerja dengan sudut $45^o – 60^o$ dan sudut pahat terhadap sumbu memanjang 30^o.
- Jaga selalu sudut kemiringan pahat.



Gambar 5.5 Posisi pahat

- Pahat potong hanya digunakan untuk memotong pelat-pelat besi yang tidak bisa dikerjakan di mesin potong.



- Pelat setelah dipotong dengan pahat tidak dapat lurus, untuk itu supaya menjadi lurus, pelat tersebut harus diluruskan dengan palu perata / plastik.

Keselamatan Kerja:

- Gunakan kaca mata pelindung, tabir pengaman, dan konsentrasi penuh selama memahat.



Gambar 5.6 Cara aman memahat

- Jangan menggunakan pahat yang pangkalnya sudah mengembang



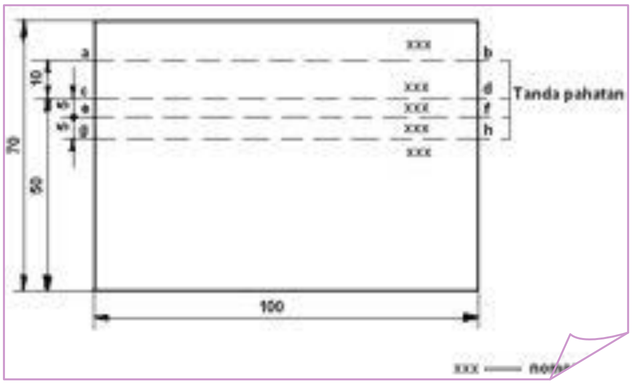
Benar **Salah**

Gambar 5.7 Pangkal pahat

- Pastikan bahwa lingkungan sekitar aman dari kegiatan memahat



Gambar Kerja:



Kegiatan Belajar 6: Mengebor

a. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan belajar teknik mengebor, peserta didik dapat:

⇒ Mengidentifikasi perlengkapan peralatan teknik mengebor.

⇒ Mempergunakan peralatan teknik mengebor dengan benar

⇒ Menyiapkan peralatan teknik mengebor dengan benar

⇒ Mengontrol ukuran dari benda kerja.

⇒ Menandai benda kerja sesuai dengan ukuran.

⇒ Memasang dan menyetel mata bor pada mesin bor dengan benar.

⇒ Mengebor pelat baja lunak.

⇒ Mempersing tepi lubang yang telah di bor.

⇒ Memeriksa hasil kerja.

b. Uraian Materi

Teknik pengeboran dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat silindris dengan menggunakan mata bor (*twist drill*) . Proses pembuatan lubang bisa terjadi lebih dari satu kali terutama jika lubang yang dibuat berukuran besar, yaitu yang pertama proses pengeboran (*drilling*)



kemudian dilanjutkan dengan proses pengeboran lanjutan (*boring*) untuk meluaskan/ memperbesar lubang.

Mesin bor yang digunakan seperti yang sudah disampaikan di kegiatan belajar 1, dan supaya dapat digunakan maka perlu adanya perlengkapan pendukungnya yaitu:

Ragum. Ragum mesin bor/gurdi digunakan untuk mencekam benda kerja pada saat akan di bor.

Klem set. Klem set digunakan untuk mencekam benda kerja yang tidak mungkin dicekam dengan ragum.

Landasan (blok paralel). Digunakan sebagai landasan pada pengeboran lubang tembus, untuk mencegah ragum atau meja mesin turut terbor.

Pencekam mata bor. Digunakan untuk mencekam mata bor yang berbentuk silindris. Pencekam mata bor ada dua macam, yaitu pencekam dua rahang dan pencekam tiga rahang.

Sarung Pengurang (*drill socket, drill sleeve*). Sarung pengurang digunakan untuk mencekam mata bor yang bertangkai konis.

Pasak pembuka. Digunakan untuk melepas sarung pengurang dari spindel bor atau melepas mata bor dari sarung pengurang.

Boring head. Digunakan untuk memperbesar lubang baik yang tembus maupun yang tidak tembus.

Parameter proses pengeboran pada dasarnya sama dengan parameter proses pemesinan yang lain, yaitu kecepatan putaran spindel maupun kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong. Tetapi dalam praktiknya yang paling umum digunakan adalah kecepatan putar atau jumlah putaran bor setiap satuan waktu (menit) dan biasanya dicantumkan pada mesin bor berupa tabel kecepatan putaran dalam rotasi per menit (rpm). Untuk menentukan kecepatan putaran yang perlu diketahui lebih dulu yaitu mengenai kecepatan potong dari masing-masing bahan yang dikerjakan, yang sudah ditabelkan dalam beberapa buku teknik pemesinan.



Tabel 12.1 Kecepatan potong pengeboran

NAMA BAHAN	KECEPATAN POTONG (Meter/menit)
Aluminium dan paduan	61.00 – 91.50
Baja karbon tinggi – baja karbon rendah	15.25 – 33.55
Besi tuang keras – lunak	21.35 – 45.75
Kuningan, Bronz	61.00 – 91.50
Stainless Steel	09.15 – 24.40
Tembaga	61.00 – 91.50

Sumber: Proses Gurdi (Drilling) dari http://share.pdfonline.com/

Untuk menentukan berapa kecepatan putaran bor yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus sbb.

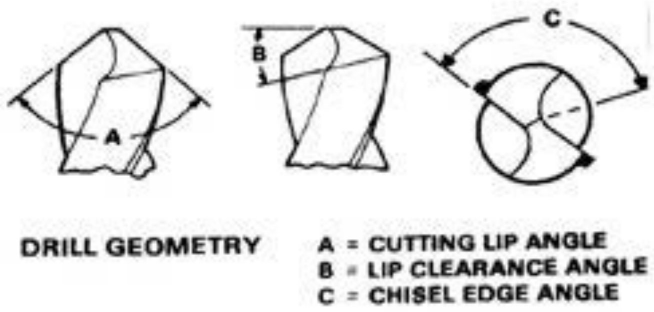
$$n = \frac{1000.V}{d.\pi} \quad \text{(rpm)}$$

dimana: v (kecepatan potong) dalam m/men. dan d (diameter bor) dalam mm

Untuk mendapatkan hasil pengeboran yang baik, mata bor perlu diperiksa dulu dan dipersiapkan sebaik mungkin. Untuk itu pengguna harus sudah memiliki pengetahuan geometri mata bor dan bagaimana mengubah sudut-



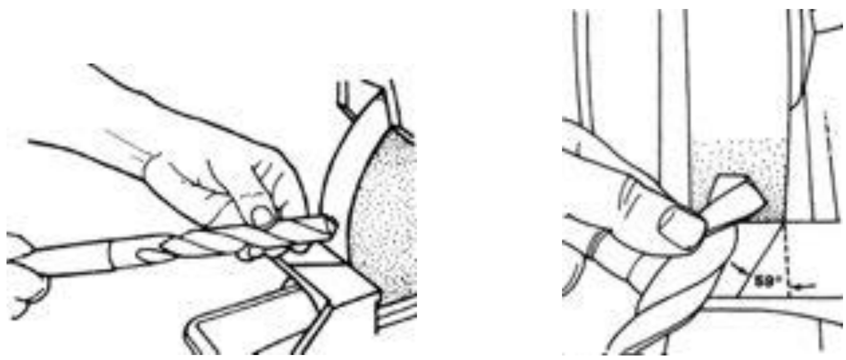
sudut pada mata bor yang diperlukan untuk setiap pekerjaan pengeboran. Sudut-sudut yang penting pada geometri mata bor adalah: sudut bibir potong, sudut bebas bibir, dan sudut puncak pahat. Kondisi geometri tersebut diperoleh dengan cara mengasah atau menggerinda mata bor.



Gambar 12.1 Geometri mata bor

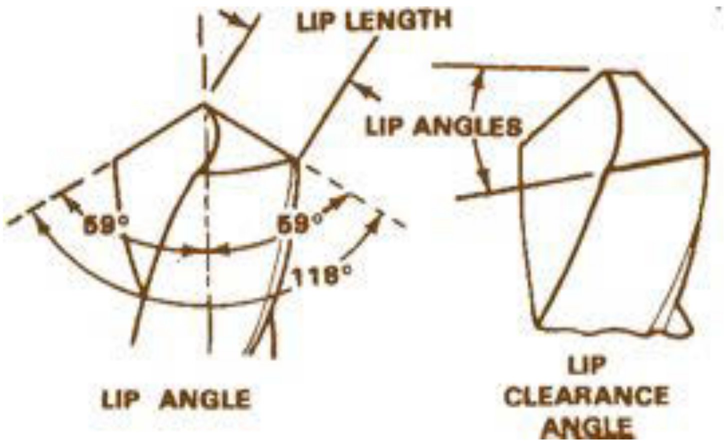
Sebelum mengasah mata bor, harus memeriksa kondisi bor mengenai cacat dan retak bibir atau tepi yang harus digerinda selama proses penajaman. Harus memeriksa juga referensi untuk sudut bibir yang tepat dan sudut bebas bibir untuk bahan yang akan dibor.

Penggerinda harus mengambil posisi yang benar yaitu berdiri agak menyamping dan harus merasa nyaman ketika di depan roda gerinda untuk mempertajam bor.



Gambar 12.2 Penggerindaan mata bor

Metode yang disarankan adalah pertama untuk menggerinda sudut bibir potong, kemudian berkonsentrasi pada penggerindaan sudut bebas bibir, yang kemudian akan menentukan panjang bibir. Sudut bibir yang umum digunakan adalah 118° (59°x2) harus simetris, termasuk panjang bibir dan sudut bebas bibir.

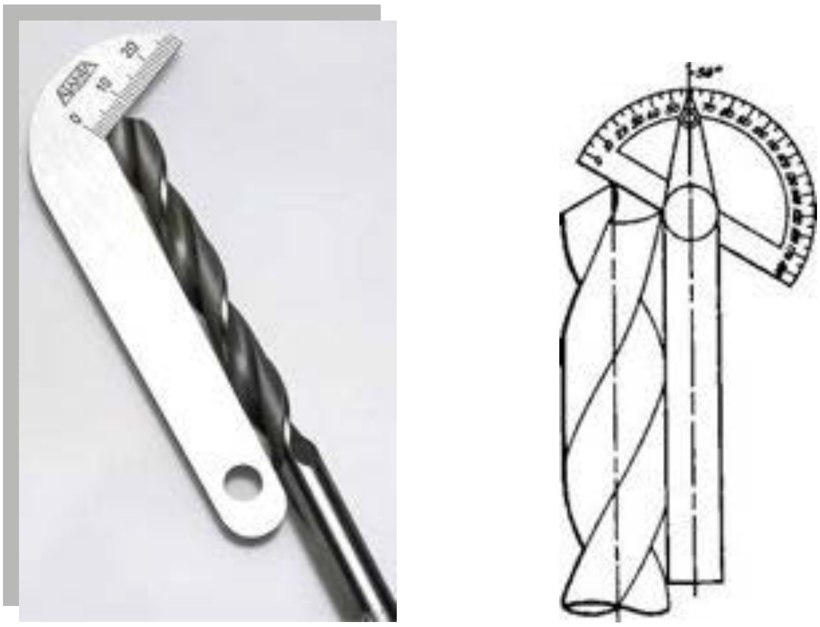


Gambar 12.3 Geometri mata bor

Ketika menggerinda, jangan biarkan mata bor menjadi panas. Overheating akan menyebabkan tepi bor menjadi biru yang merupakan indikasi bahwa kekerasan mata bor telah hilang. Daerah biru harus benar-benar dihilangkan untuk membangun kembali kekerasan bor. Jika bor menjadi terlalu panas selama penajaman, bibir bisa retak ketika dicelupkan ke dalam air pendingin. Selama melaksanakan penggerindaan mata bor, harus selalu disediakan alat pemeriksa hasil penggerindaan yaitu berupa mal ukur mata bor atau jika tidak ada dapat menggunakan busur derajat.

Mal ukur bor atau busur derajat digunakan untuk memeriksa sudut bibir dan panjang bibir. Pemeriksaan hasil penggerindaan mata bor mutlak diperlukan untuk memastikan geometri mata bor sudah simetris dan benar. Kesalahan penggerindaan dapat menimbulkan masalah ketika mata bor digunakan.





Gambar 12.4 Pemeriksaan mata bor

Setelah mendapatkan kecepatan putaran bor yang sesuai dengan bahan yang akan di bor, maka kecepatan putar yang dimaksud dapat diperoleh dengan cara menyetelnya melalui pengubahan posisi belt transmisi yang menghubungkan puli penggerak dan puli spindel.



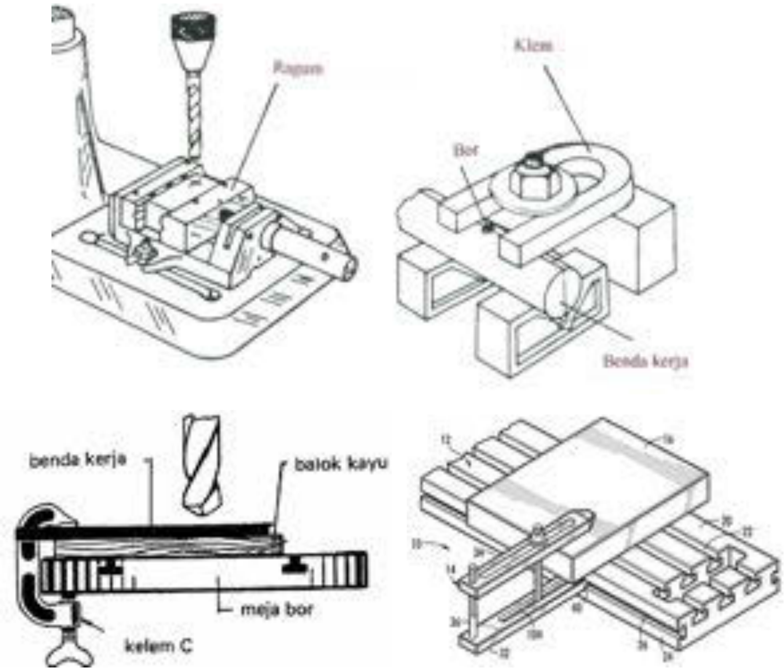
Gambar 12.5 Transmisi bor lima tingkat

Selain mesin bor yang memiliki dua set puli (puli penggerak dan puli spindel), ada juga mesin bor yang memiliki tiga set puli yaitu puli penggerak, puli spindel dan puli perantara, dan mesin bor tipe ini memiliki dua belt pemindah tenaga, sehingga mampu disetel sebanyak dua belas tingkat kecepatan putaran. Namun demikian jika jumlah rpm hasil hitungan tidak ada dalam tabel putaran maka digunakan nilai rpm yang paling mendekati.



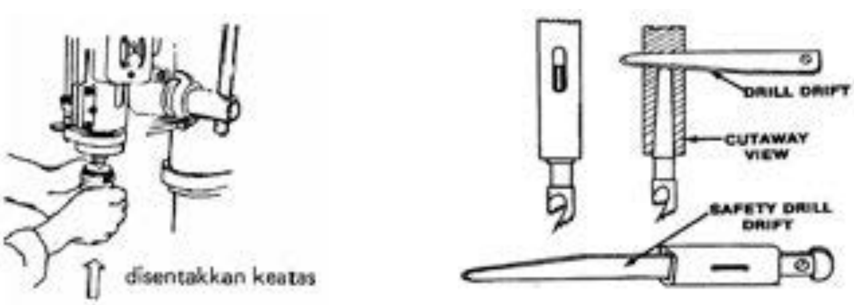
Gambar 12.6 Transmisi bor 12 tingkat kecepatan

Bagaimana menyiapkan benda kerja yang akan dibor. Setelah benda kerja ditandai (dititik) pada pusat-pusat lubang yang akan dibor, maka benda kerja harus dijepit sedemikian rupa diatas meja bor dengan alat penjepit yang sesuai. Alat-alat penjepit untuk di mesin bor ada beberapa macam antara lain: Ragum mesin bor, Klem garpu, Klem C, dan Klem sejajar. Penjepitan harus dilaksanakan dengan seksama, kuat dan permukaan yang akan dibor harus benar-benar datar (rata air) untuk menghindari penyimpangan pengeboran.



Gambar 12.7 Macam-macam klem

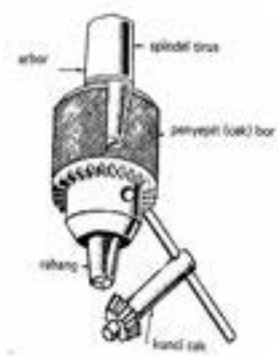
Memasang dan melepas arbor/sarung pengurang pada spindel. Memasang arbor/sarung pengurang pada spindel yaitu dengan cara memasukkan arbor ke spindel bagian tang dari arbor harus lurus dengan lubang pasak pada spindel, kemudian dihentakkan dengan tangan secara vertikal. Untuk melepasnya diharuskan menggunakan pasak pembuka, dengan cara me-masukkan pasak pembuka (*drill drift*) ke lubang pasak pada spindel dan memukulnya dengan palu lunak maka arbor akan terdorong kebawah dan lepas dari spindel.



Gambar 12.8 Memasang dan melepas arbor



Bagaimana memasang mata bor pada pencekam bor. Pencekam bor (cak) memiliki tiga rahang pencekam, untuk membuka dan menutup ketiga rahang tersebut diperlukan kunci cak yang sesuai.



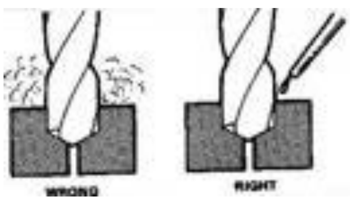
Gambar 12.9 Pencekam bor

Untuk memasang mata bor pada pencekam, rahang pencekam harus dibuka sesuai dengan diameter mata bor yang akan digunakan, kemudian pangkal mata bor dimasukkan kerahang pencekam sedalam panjang tangkai mata bor, kemudian rahang dikencangkan menggunakan kunci cak yang sesuai (jangan menggunakan palu!).



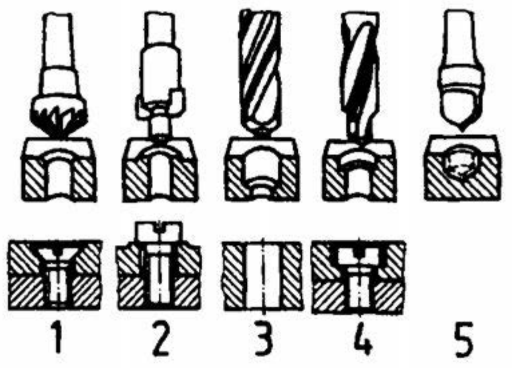
Gambar 12.10 Memasang mata bor

Selama proses pengeboran harus selalu menggunakan media pendingin berupa air yang dicampur dengan oli pemotongan (*cutting oil*).



Gambar 12.11 Mengebor tanpa dan dengan media pendingin

Pasca pekerjaan pengeboran seringkali dilanjutkan dengan pekerjaan memersing (*countersink*) untuk sekedar memingul sisi lubang maupun untuk membenamkan kepala sekrup/baut tirus, dan pekerjaan mengkonterbor (*counterbore*) untuk membenamkan kepala baut/ sekrup silindris.

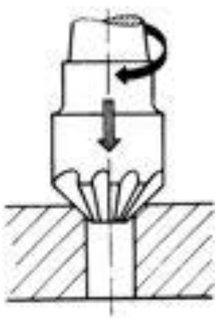


Gambar 12.12 Kontersing dan konterbor

Keterangan:

1. Kontersing (60°; 75°; 82°; 90°; 100°; 110°; 120°)
2. Kontersing datar
3. Konterbor dengan bor spiral
4. Konterbor berpengarah (ujung)
5. Konterbor khusus

Kontersing bekerja seperti mata bor tapi dengan kecepatan potong yang lebih lambat. Persing mempunyai 1 atau lebih bibir pemotong dalam jumlah yang ganjil, misalnya : 1, 3, 5, 7. Sudut bibir pemotong persing yang akan digunakan harus sesuai dengan maksud penggunaannya.



Gambar 12.13 Proses mengkontersing



c. Rangkuman

(dalam persiapan)

d. Tugas

(dalam persiapan)

e. Tes Formatif

(dalam persiapan)

f. Lembar Jawaban Tes Formatif

(dalam persiapan)

g. Lembar Kerja Peserta Didik

Topik:

- Mengebor dan memersing

Tujuan:

- Sesuai dengan tujuan pembelajaran kegiatan belajar 6

Waktu:

- 6 (enam) jam pelajaran

Alat-alat:

Penggores.
Mistar baja
Mistar sorong.



Kikir.

Mata bor Ø 6,5 mm dan Ø 5,5 mm.

Mata bor persing (kontersing) 90^{o}

Konterbor Ø 11 mm dan Ø 9 mm.

Ragum mesin bor.

Stempel.

Bahan:

⇒ Pelat St. 37 ; 80 x 75 x 12 mm

Langkah Kerja:

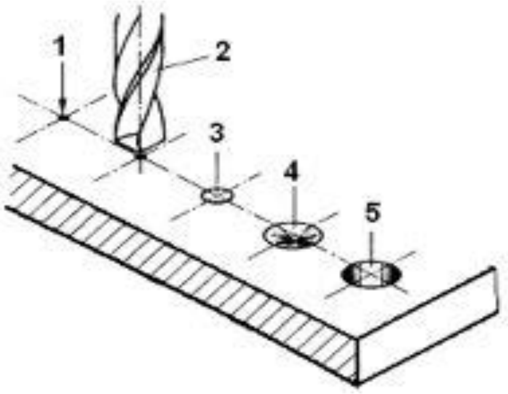
1. Menghilangkan serpihan yang tajam pada pinggiran benda kerja.
2. Mengikir/meratakan bidang datar.
3. Menggaris dengan penggores dan menitik dengan penitik.
4. Mengebor.
5. Memersing dan mengkonter.
6. Menghilangkan serpihan tajam pada lubang hasil pengeboran.
7. Memeriksa hasil kerja.
8. Memberi nomor identitas.

Instruksi Kerja:

⇒ Gunakan penitik pusat (90°) untuk menitik pusat lubang yang akan dibor

⇒ Langkah pengeboran disarankan sbb.:



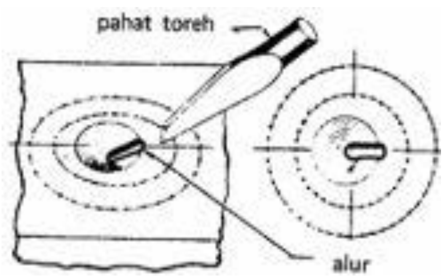


Gambar 12.13 Langkah pengeboran

Keterangan:

1. Menitik.
2. Menepatkan mata bor.
3. Mengebor sedikit/awalan.
4. Mengebor sampai sebesar diameter bor.
5. Mengebor sampai tembus atau sesuai gambar kerja.
6. Memeriksa hasil pengeboran.

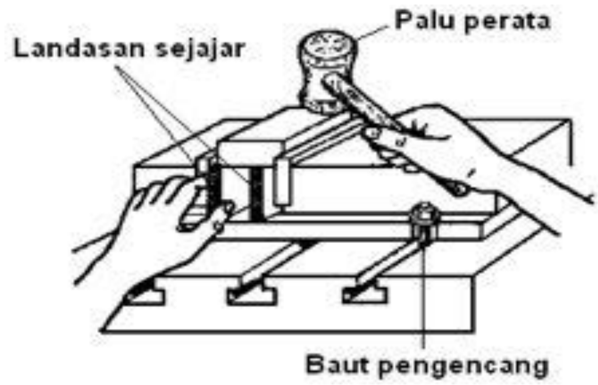
⇒ Jika terjadi penyimpangan pada permulaan pengeboran, maka dapat diperbaiki dengan cara memahat bagian jejak bor awal untuk mengambil posisi yang benar



Gambar 12.14 Perbaikan awalan lubang

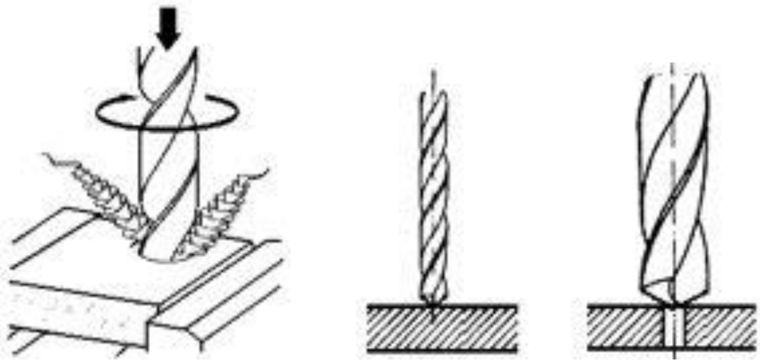


⇒ Ikatlah benda kerja dengan baik. Baik menggunakan ragum maupun klem yang lain. Gunakan landasan sejajar (paralel) untuk mengganjal benda kerja supaya permukaan benda kerja yang dibor datar (rata air) dan benda kerja tidak bergerak turun ketika mendapat tekanan bor.



Gambar 12.15 Mengikat benda kerja

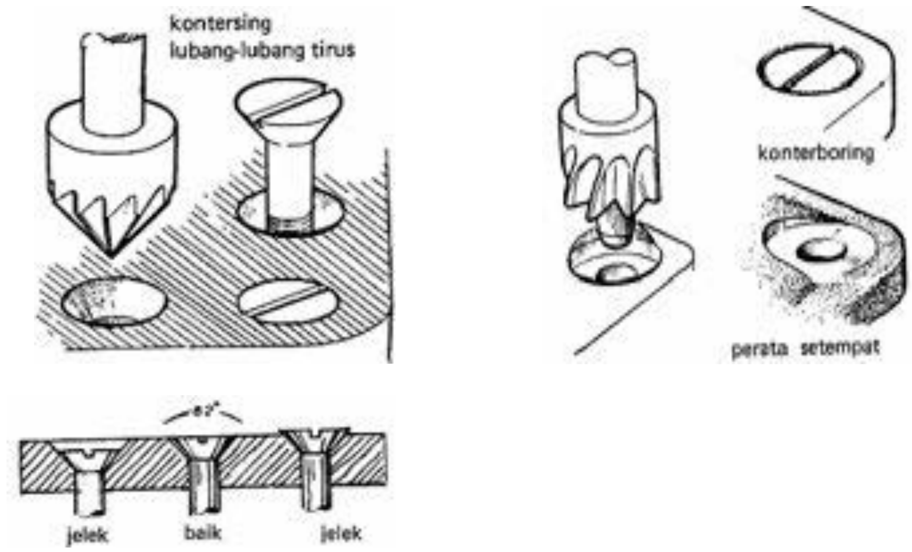
⇒ Pengeboran harus dilakukan dengan tekanan yang tetap dan dinginkan mata bor dengan menggunakan media pendingin yang sesuai, supaya lubang hasil pengeboran baik. Sewaktu-waktu tekanan harus diangkat, supaya serpihan-serpihan tidak terlalu panjang. Pengeboran lubang berdiameter besar (> 10 mm) dianjurkan dibor secara bertahap dimulai diri bor yang berukuran kecil.



Gambar 12.16 Proses pengeboran



⇒ Membuat lubang kontersing ataupun konterbor harus memperhatikan bentuk dan ukuran kepala baut/sekrup yang akan digunakan. Ukurlah setiap kali menambah kedalaman / pemakanan.



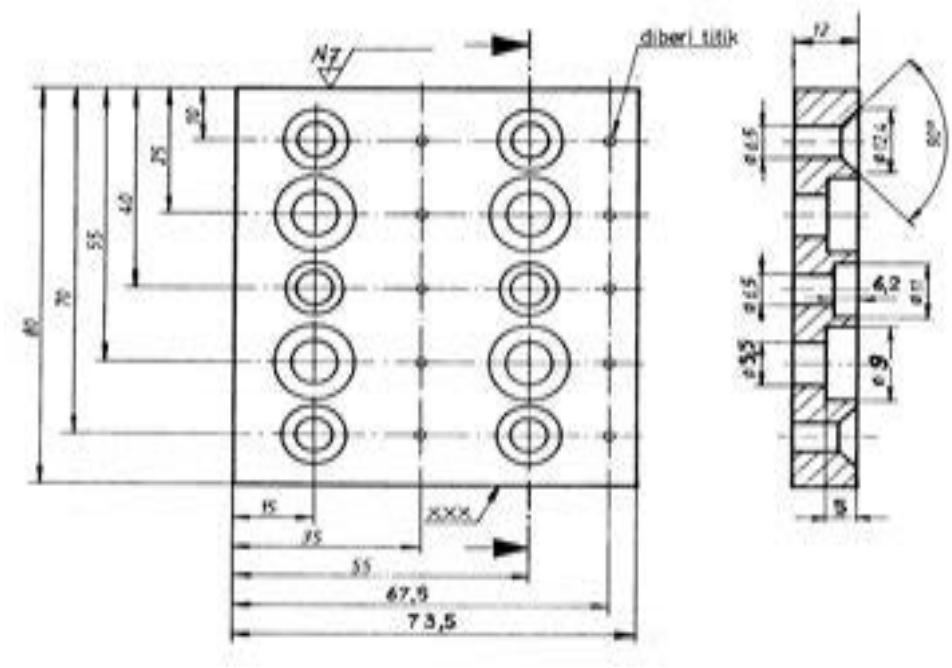
Gambar 12.17 Proses kontersing dan konterbor

Keselamatan Kerja:

- Hati-hati dengan rambut yang panjang (silakan digulung/masukkan topi), baju yang longgar dan gelang tangan.
- Pemakaian perhiasan (kalung) sangat berbahaya.
- Lindungi diri dari percikan serpihan-serpihan benda kerja.
- Bekerjalah dengan hasil serpihan-serpihan yang pendek.
- Berikan media pendingin sesering mungkin supaya tidak terjadi peningkatan suhu yang berlebihan pada mata bor.
- Dilarang membiarkan mesin bor tetap berputar bila tidak dipakai.



Gambar Kerja:



XXX NOMOR KODE

Kegiatan Belajar 7: Mengulir dan mengeling

a. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan belajar teknik mengebor, peserta didik dapat:

⇒ Mengidentifikasi perlengkapan peralatan teknik mengulir dan mengeling.

⇒ Mempergunakan peralatan teknik mengulir dan keling dengan benar

⇒ Menyiapkan peralatan teknik mengulir dan mengeling dengan benar

⇒ Mengontrol ukuran dari benda kerja.

⇒ Menandai benda kerja sesuai dengan ukuran.

⇒ Memasang dan menyetel mata bor pada mesin bor dengan benar.

⇒ Mengebor.

⇒ Membuat ulir dalam / mengetap



⇒ Menghitung dan menggambar pada benda kerja.

⇒ Mengeling sambungan dengan bilah tunggal.

⇒ Memeriksa hasil kerja.

b. Uraian Materi

Dalam pekerjaan sambung-menyambung dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain menyambung dengan las, patri/solder, lem, ulir (baut/mur), dan keling. Dalam uraian materi ini hanya akan dibahas tentang sambungan ulir dan keling saja.

Ulir dapat berfungsi jika dibuat berpasangan. Oleh karena itu dikenal adanya ulir luar (baut) dan ulir dalam (mur). Untuk membuatnya juga memerlukan alatnya masing-masing. Ulir luar dapat dibuat dengan alat yang disebut Snei dan untuk ulir dalam dapat dibuat dengan alat yang disebut Tap. Ada dua macam normalisasi jenis ulir yaitu ulir metrik dan whitworth, ulir metrik menggunakan sistem satuan metris (mis. mm) dan whitworth menggunakan sistem satuan imperial, misalnya inchi (“). Ukuran tap/snei menunjukkan ukuran ulir yang dibuat, contoh:

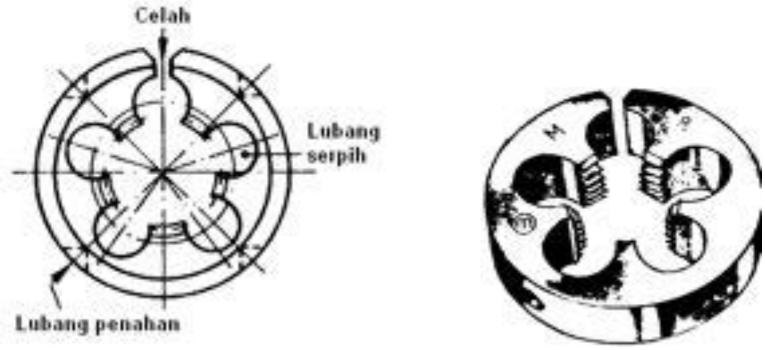
> Tap/snei: M 12x1,25 artinya M = jenis ulir metrik; 12 = diameter nominal ulir dalam mm; 1,25 = kisar (gang) ulir selebar 1,25 mm
>
> Tap/snei: W 5/8x11 artinya W = jenis ulir whitworth; 5/8 = diameter nominal ulir dalam inchi; 11 = jumlah kisar (gang) per inchi.

Alat pemotong ulir luar (snei) dan pemotong ulir dalam (Tap) dibuat dari baja karbon tinggi atau baja kecepatan tinggi (HSS), snei digunakan untuk membuat/memotong ulir luar pada batang silindris dan tap untuk ulir dalam.

Salah satu macam snei ialah suatu cakram dengan lubang berulir ditengah (pusat). Awal ulir pada kedua sisinya dichamper sehingga membentuk tirus, untuk memusatkan alat pemotong ulir tersebut pada benda kerja dan mempercepat proses pemotongan. Lubang-lubang yang seragam, sejajar dengan sumbu ulir dan berhenti di bagian ulir, menimbulkan sisi-sisi potong, alur-alur pemotong beram dan ruang untuk membuang beram.

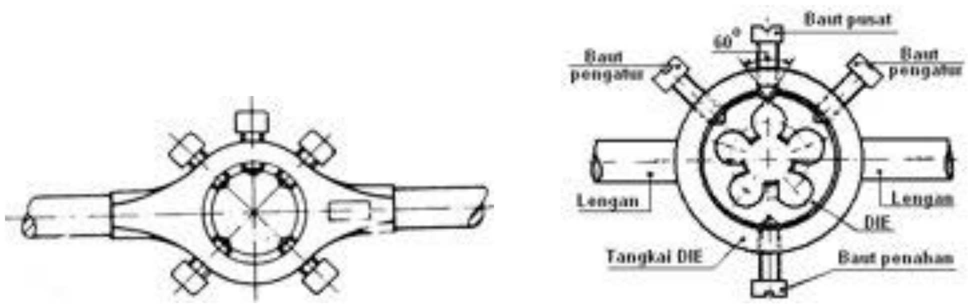


Alat pemotong ulir ini dibelah pada satu tempat untuk memungkinkan pengaturan lebarnya secara terbatas. Pemotong ulir ini di sekelilingnya dilengkapi dengan lubang-lubang penyetel yang berbentuk kerucut untuk mengatur pemotong ulir dalam tangkai alat pemotong ulir.



Gambar 13.1 Pemotong ulir luar (snei)

Tangkai snei digunakan untuk memegang snei dan memutarnya. Tangkai itu dilengkapi dengan empat/lima baut yang runcing ujungnya. Baut penahan (di tangkai yang besar dua baut) membantu penempatan snei pada tangkainya. Baut pusat dengan ujung 60^{o} digunakan untuk membuka pemotong secara ringan sedang dua lainnya digunakan untuk mengunci pemotong dalam pemotongan. Jika baut-baut dikeraskan terlalu kuat pemotongan ulir akan patah. Pada pemotongan tertutup, semua baut digunakan untuk menahan pemotong.

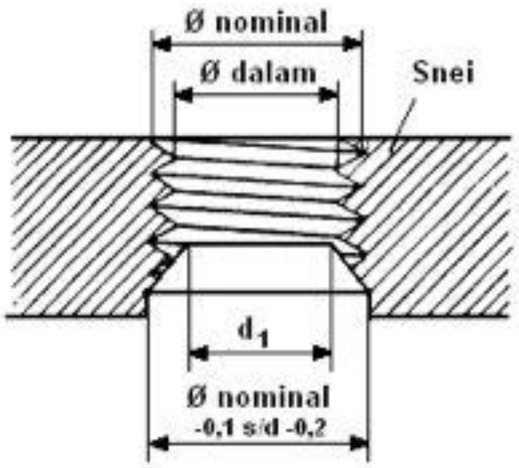


Gambar 13.2 Tangkai snei



Persiapan benda kerja dan pemotong ulir. Diameter luar batang yang akan diulir harus 0,1 – 0,2 mm lebih kecil dari pada diameter nominal ulir. Ujung batang harus dipersing.

Diameter d1 harus agak kecil dibandingankan dengan diameter dalam ulir. Sebelum memulai pemotongan pertama, dimulai dengan pemotongan secara ringan dengan mengeraskan baut pusat. Baut-baut pengatur dan baut-baut penahan diputar sampai mereka menyentuh dasar lubang-lubang penahan. Pemotongan selanjutnya dilaksanakan sesuai diameter nominal.



Gambar 13.3 Mengulir dengan snei

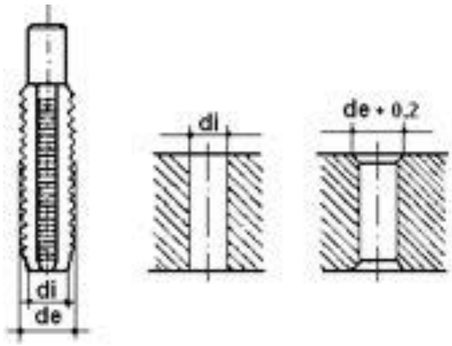
Pembuatan ulir dalam harus dipersiapkan dengan baik dan benar. Memper-siapkan lubang yang akan diulir yang pertama menetapkan diameter lubang yang akan dibor (dapat dilihat pada tabel ulir) atau dapat dihitung menurut rumus (ISO Metric Thread) sebagai berikut.

Diameter dalam (di) = Diameter Nominal (de) – kisar (gang)

Contoh : M 5 dengan kisar 0,8 mm.

Lubang Bor = ∅ 5 – 0,8 = 4,2 mm.

Selanjutnya memilih mata bor yang sesuai dan mengebor diameter dalam (di).



Gambar 13.4 Persiapan lubang ulir dalam

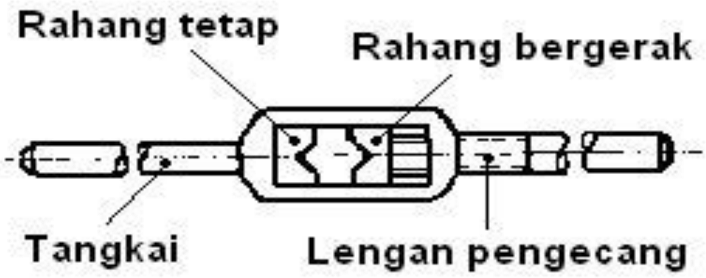
Untuk lubang ulir tembus, perlu dikontersing pada kedua sisinya kurang lebih 0,2 mm lebih besar dari pada diameter luar ulir (de + 0,2). Tetapi kontersing dikerjakan apabila tebal bahan (benda kerja) memungkinkan.

Agar dapat mengoperasikan tap tangan, diperlukan pemegang tap. Ada dua macam pemegang tap yaitu pemegang tap lurus dan T.



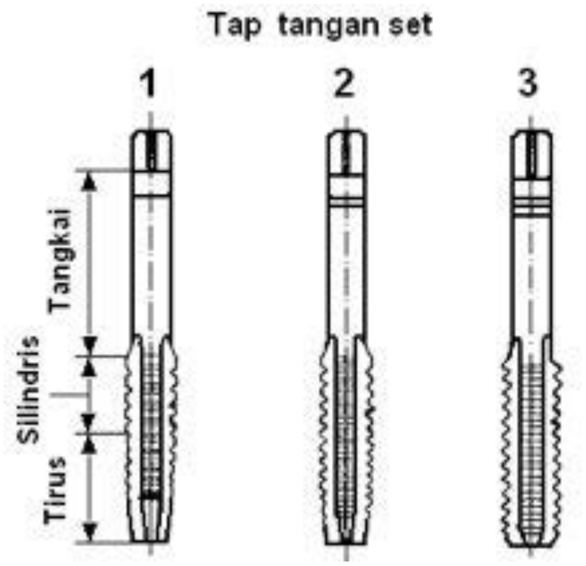
Gambar 13.5 Pemegang Tap

Pemegang tap harus mempunyai ukuran yang sesuai dengan ukuran bagian tangkai tap sehingga untuk penjepitan pada bagian segi empat tangkai tap dapat dengan baik dan kuat. Biasanya pada badan pemegang tap tertera kapasitasnya misalnya M1 – M6, M3 – M10, dst. Untuk pemegang tap lurus memiliki dua rahang penjepit, yaitu rahang tetap dan rahang bergerak. Rahang bergerak dapat diatur melalui lengan pengencang yaitu salah satu dari dua tangkainya.



Gambar 13.6 Bagian-bagian pemegang tap

Tahapan pengetapan. Pemotongan ulir dalam harus dilakukan secara bertahap, yaitu dalam tiga tahapan. Oleh karena itu setiap satu ukuran tap terdiri dari tiga buah tap yang masing-masing memiliki perbedaan fungsi.



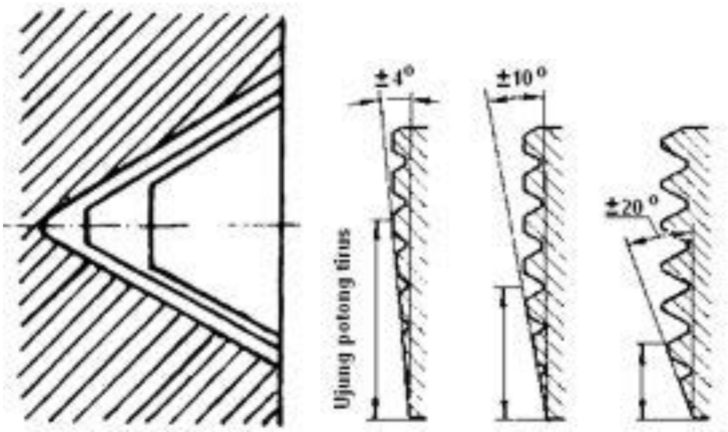
Gambar 13.7 Set tap tangan

Tap no. 1 (*Tapper Tap*) yang pertama digunakan sebagai *starting*, mempunyai bentuk tirus ± 4°, paling panjang diujungnya, untuk mempermudah pemotongan. Bentuk ulir yang dihasilkan tap no. 1 ini hanya 55% dari bentuk ulir yang sesungguhnya.

Tap No. 2 (tirus ± 10^{o}) adalah tap *intermediate*. Tap No. 2 ini dipakai setelah tap no. 1 dan memotong ± 25% dari pemotongan ulir seluruhnya.

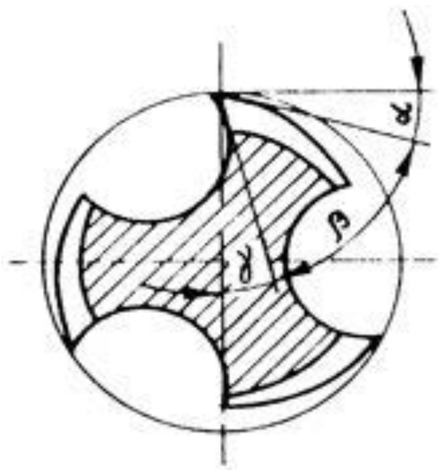


Tap no. 3 (tirus ± 20°) adalah tap *finishing*. Tap no. 3 ini adalah tap terakhir dan yang membentuk profil ulir penuh. Bagian tirus pada ujungnya sangat pendek sehingga dapat mencapai dasar untuk lubang yang tidak tembus.



Gambar 13.8 Tahapan pengetapan

Fungsi sudut potong:



Gambar 13.9 Sudut-sudut Tap

Keterangan: α = sudut bebas

β = sudut baji

γ = sudut potong



SUDUT POTONG (ɣ)	KEGUNAAN
0 - 5 °	Untuk bahan yang rapuh dan keras,
5 ° - 5 °	Untuk baja 70 – 90 Kg/mm^2.
5 ° - 5 °	Untuk baja sampai dengan 50 Kg/mm^2,
5 ° - 5 °	Untuk Aluminium, timah putih.

Sambungan atau ikatan berulir (menggunakan baut dan mur) bisa disebut sebagai sambungan tidak tetap (*non permanent*), dan lainnya adalah sambungan tetap (*permanent*) yang dikerjakan dengan proses pengelasan dan sambungan setengah tetap (*semi permanent*) dikerjakan dengan pengelingan (*riveting*).

Proses pengelingan bisa dilaksanakan dengan proses dingin maupun panas. Alat utama yang digunakan untk proses pengelingan diantaranya perapat keling, pembentuk kepala keling, landasan dan palu konde.



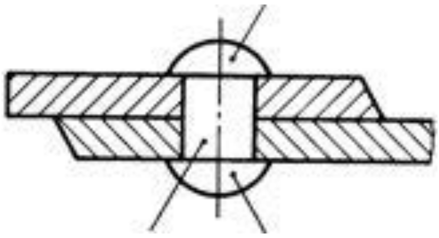
Gambar 13.10 Alat keling



Sambungan keling terdiri dari dua bagian pelat tersambung atau lebih. Unsur menyambung adalah paku keling, yang terdiri dari kepala dasar, batang dan kepala penutup.

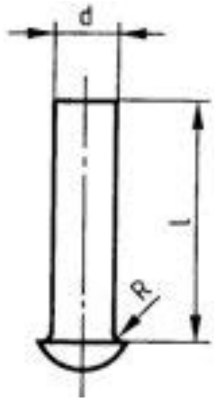
Paku keling yang belum terpakai hanya terdiri dari kepala dasar dan batang.

Panjang paku keling setengah bulat dihitung hanya pada batangnya.



Gambar 13.11 Sambungan keling

Contoh : paku keling DIN 660 – 4 x 16 – St, berarti paku keling setengah bulat, diameter batang 4 mm dan panjang batang 16 mm, bahan dari baja.



Gambar 13.12 Paku keling setengah bulat

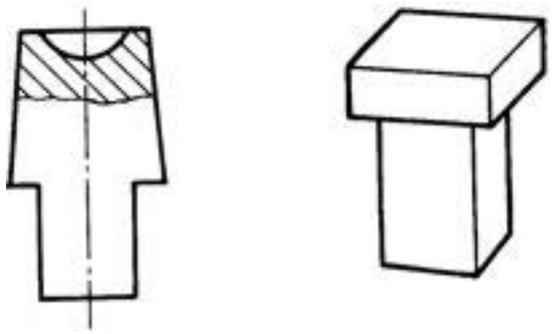
Panjang paku keling kepala tirus (75°) di ukur beserta tebalnya kepalanya.

Misalnya : DIN 661 – 4 x 12 – St, berarti paku keling kepala tirus, diameter batang 4 mm, panjang 12 mm dan bahan dari baja.

Alat-alat pengelingan terdiri dari :

Landasan cekung untuk keling setengah bulat dan landasan rata untuk keling tirus.

Dalam penggunaan landasan itu dijepit pada ragum.



Gambar 13.13 Landasan keling

Perapat keling gunanya untuk merapatkan bahan dan kedudukan keling pada bahan yang disambung.



Gambar 13.14 Perapat keling

Pembentuk kepala keling, untuk membentuk kepala penutup setelah diberi bentuk awal dengan palu.

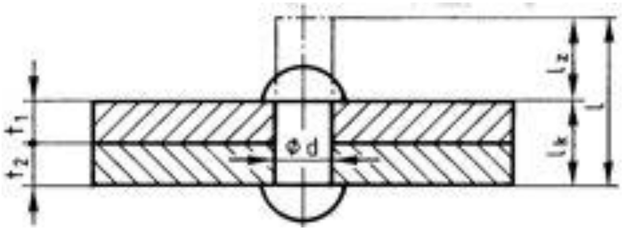


Gambar 13.15 Pembentuk kepala keling

Menentukan panjang paku keling.

Misalnya pelat yang disambung tebalnya 7 mm dan 5 mm, diameter paku keling ∅ 5 mm. Berapa panjang paku keling yang diperlukan ?





Gambar 13.16 Ukuran paku keling setengah bulat

Untuk kepala setengah bulat :

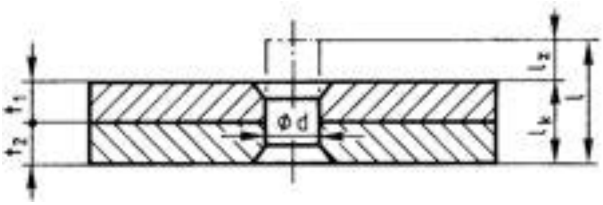
$\ell \quad = \ell k + \ell z$

$\ell z = 1{,}5 \cdot d$

$\ell k = t1 + t2 = 7\text{ mm} + 5\text{ mm} = 12\text{ mm}$

$\ell z = 1{,}5 \cdot d = 1{,}5 \cdot 5\text{mm} = 7{,}5\text{ mm}$

$\ell \quad = \ell k + \ell z = 12\text{ mm} + 7{,}5\text{ mm} = 19{,}5\text{ mm}$



Gambar 13.17 Ukuran paku keling tirus

Untuk kepala tirus:

$\ell = \ell k + \ell z$

$\ell z = 0{,}8 \cdot d$

$\ell k = 12\text{ mm}$

$\ell z = 0{,}8 \cdot d = 0{,}8 \cdot 5\text{ mm} = 4\text{ mm}$

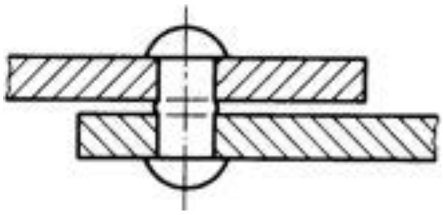
$\ell = \ell k + \ell z = 12\text{ mm} + 4\text{ mm} = 16\text{ mm}$

Kesalahan pengelingan.



Ketidak cermatan pengelingan dapat mengakibatkan macam-macam kesalahan antara lain :

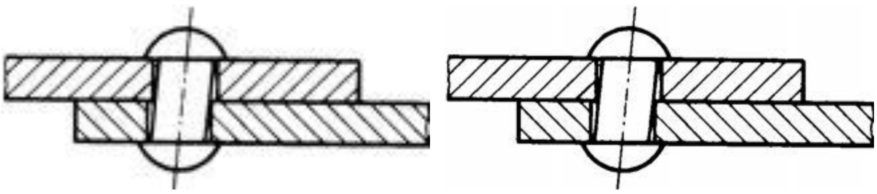
Pengelingan tidak kokoh dan tidak rapat. Ada kerenggangan di antara dua pelat yang disambung.



Gambar 13.18 Pengelingan tidak rapat

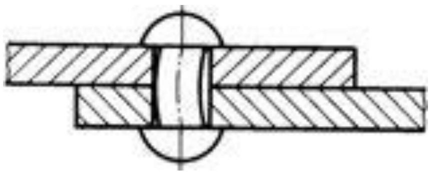
Lubang keling pada bahan yang disambung tidak lurus.

Kedudukan keling miring dan tidak kokoh.



Gambar 7.19 Lubang keling tidak lurus

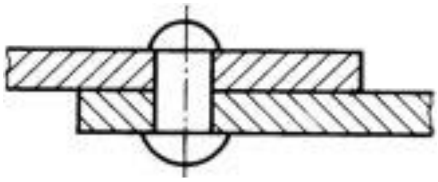
Paku keling tidak memenuhi lubang atau ada kelonggaran terlalu besar, batang keling bengkok.



Gambar 13.20 Lubang keling terlalu longgar

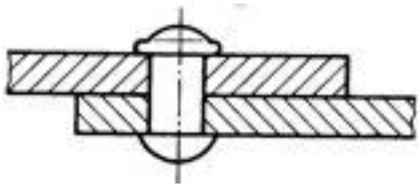


Kepala penutup tidak normal, karena persediaan batang terlalu pendek.



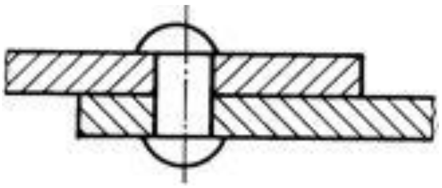
Gambar 13.21 Kepala penutup terlalu kecil

Kepala penutup menjadi ceper. Karena persediaan batang terlalu panjang.



Gambar 13.22 Kepala penutup berlebihan

Kepala penutup tergeser ke sebelah karena penekanan pembentukan tidak merata.



Gambar 13.23 Kepala penutup bergeser

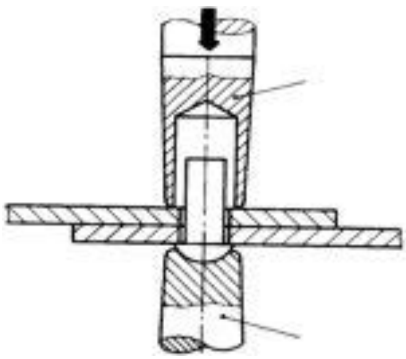
Dalam bahasan ini perhitungan panjang batang keling untuk kepala penutup diambil Lz =1,5. d, dari ketentuan Lz = 1,3 – 1,7 . d.

Proses pengelingan.

Paku-keling baja yang berdiameter sampai kira-kira 6 mm dapat dikerjakan dengan tangan. Cara itu disebut dengan pengelingan dingin.

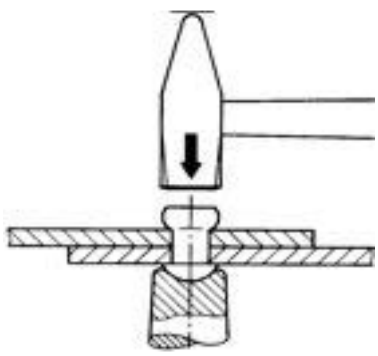
Proses pengelingan dapat dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut:

Setelah benda kerja disiapkan, yaitu bilah-bilah yang akan disambung sudah dilubangi dan paku keling sudah dipotong sesuai dengan panjang yang dibutuhkan, maka paku keling dimasukkan ke lubang bilah-bilah yang disambung dan dirapatkan menggunakan perpat paku keling.



Gambar 13.24 Persiapan pengelingan

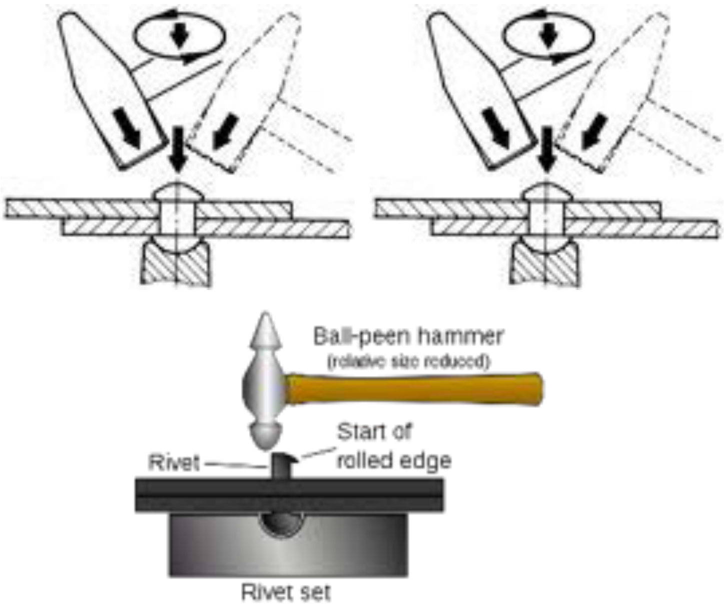
Setelah persiapan pengelingan dilakukan dengan baik dan benar, pekrjaan dapat dilanjutkan dengan pembentukan kepala penutup keling yaitu diawali dengan pukulan dari arak tegak dan lurus sumbu keling samapi batang keling mengembang dan menutup rapat lubang bilah. Pada tahap ini paku keling tidak boleh bengkok sama sekali.



Gambar 13.25 Pengembangan batang keling



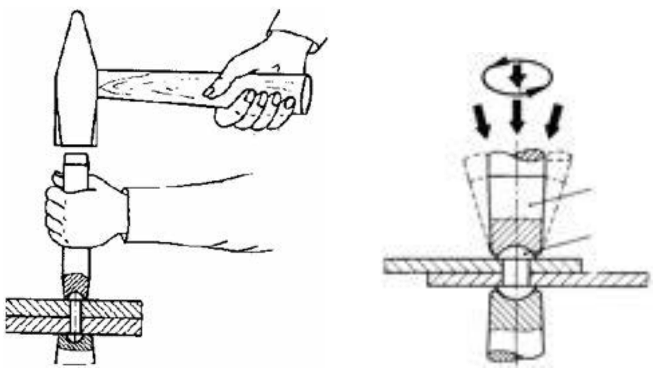
Selanjutnya melaksanakan pembentukan kepala penutup dengan cara melakukan pukulan melingkar pada sekeliling penampang batang keling dengan cara memiringkan palu atau lebih baik menggunakan palu konde .



Gambar 13.26 Pembentukan kepala penutup

Akhir pembentukan kepala penutup dikerjakan dengan alat pembentuk kepala keling, supaya bentuk kepala keling menjadi baik dan simetris.

Dengan memukul sambil memutar alat ini, maka hasil bentuk akhir kepala penutup akan lebih baik. Untuk membentuk kepala tirus, dengan pukulan palu sudah cukup.



Gambar 13.27 Penyelesaian akhir kepala penutup



c. Rangkuman

(dalam persiapan)

d. Tugas

(dalam persiapan)

e. Tes Formatif

(dalam persiapan)

f. Lembar Jawaban Tes Formatif

(dalam persiapan)

g. Lembar Kerja Peserta Didik

Topik:

- Pembuatan Ulir luar

Tujuan:

- Sesuai dengan tujuan pembelajaran kegiatan belajar 7

Waktu:

- 4 (empat) jam pelajaran

Alat-alat:

⇒Alat menggaris



⇒Kikir

⇒Pemotong ulir luar M8

⇒Pemegang pemotong ulir

⇒Mur pemeriksa

⇒Siku-siku 90^{o}

⇒Oli.

⇒Stempel 3 mm.

Bahan:

✓ Besi bulat St. 37. ∅ 8 x 82

Langkah Kerja:

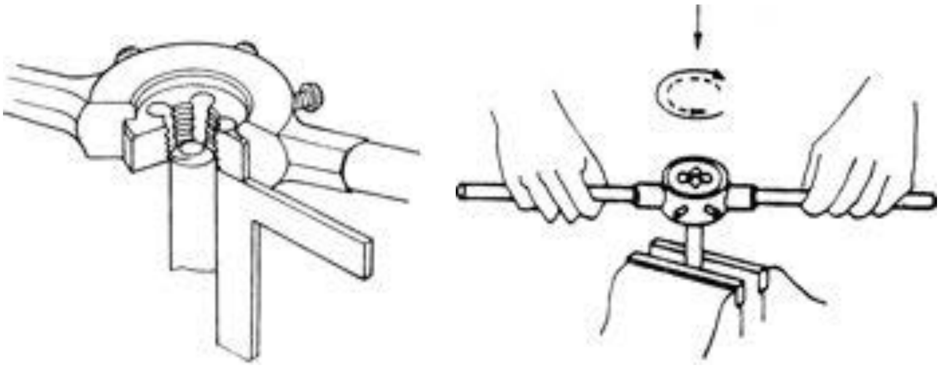
1. Kikir (tirus) kedua ujung benda kerja, yang satu menjadi berbentuk kerucut terpancung dan yang lain cembung seperti puncak lensa.
2. Beri tanda untuk panjang ulir.
3. Buat ulir.
4. Periksa hasil penguliran.

Instruksi Kerja:

Posisi/letak alat potong ulir harus tegak lurus dengan benda kerja.

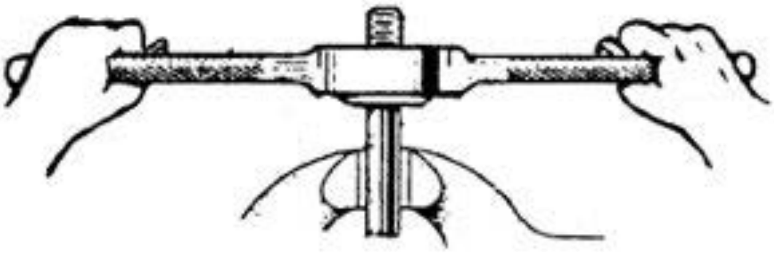
Permulaan pemotongan dengan memegang pada lengan tangkai (lihat gambar), kedua tangan lebih dekat ke rumah snei dan putar searah dengan arah jarum jam (untuk ulir kanan) dengan memberi tekanan yang cukup.





Gambar 13.28 Awal pembuatan ulir luar

Setelah permulaan pemotongan, teruskan tekanan pemotongan seperti dalam pengetapan dengan pemegangan penuh kedua tangan jauh dari rumah snei. Sewaktu-waktu berhenti memotong dan diputar setengah putaran berlawanan jarum jam. Beram akan patah dan jatuh/keluar.



Gambar 13.29 Pembuatan ulir penuh

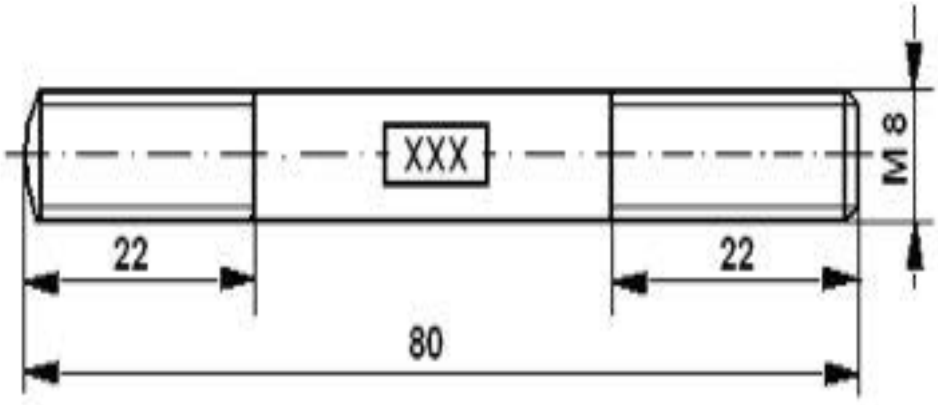
Setelah pemotongan pertama, pemotong ulir agak diperkecil, pertama buka baut tengah kemudian kencangkan kedua baut pengatur. Lanjutkan pemotongan kedua seperti di atas. Gunakan media pendingin/pelumas untuk besi. Periksa ulir dengan pemeriksa ulir.



Keselamatan Kerja:

- Jagalah posisi snei tetap tegak lurus terhadap sumbu batang yang diulir supaya hasil ulirnya lurus.
- Pemakanan yang terus menerus dan terlalu cepat akan meningkatkan panas yang berlebihan yang dapat menimbulkan perubahan bentuk (bengkok) pada batang yang diulir, oleh karena itu atur kecepatan secukupnya putar baliklah untuk memotong bram dan beri media pendingin yang cukup.

Gambar Kerja:



XXX = Nomor kode

Topik:

- Pembuatan Ulir dalam

Tujuan:

- Sesuai dengan tujuan pembelajaran kegiatan belajar 7



Waktu:

➢ 4 (empat) jam pelajaran

Alat-alat:

⇒Alat menggaris

⇒Kikir

⇒Siku-siku 90^{o}

⇒Bor spiral ∅ 5 dan ∅ 6,8 mm.

⇒Bor persing (Countersink) 90^{o}

⇒Tap M6 dan M8.

⇒Pemegang Tap.

⇒Oli

⇒Stempel 3 mm.

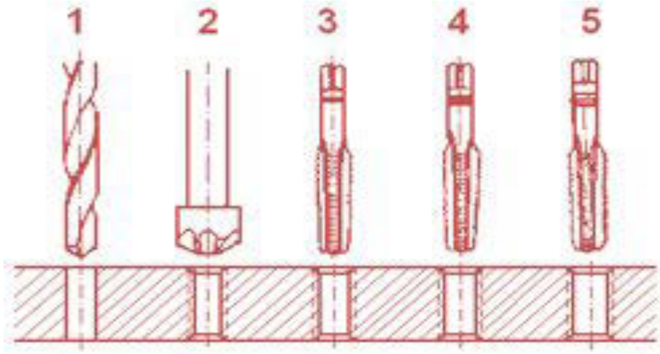
Bahan:

✓ Besi balok St. 37 80 x 75 x 12

Langkah Kerja:

1. Bor calon lubang ulir.
2. Persing lubang yang teleh di bor.
3. Buat ulir dalam dengan tap M6 dan M8.
4. Periksa hasil penguliran.

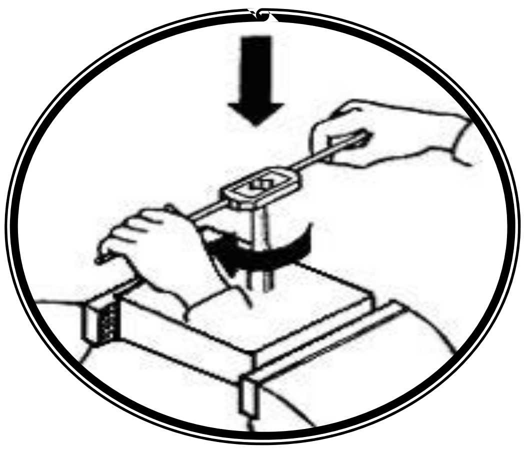




Gambar 13.30 Urutan pembuatan ulir dalam

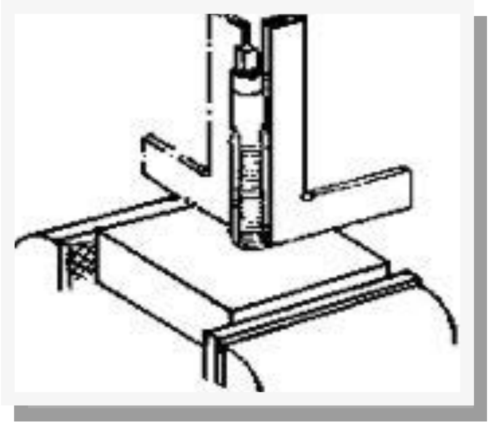
Instruksi Kerja:

Jepit tap no. 1 pada pemegang tap. Mulai pengetapan dengan tekanan ringan dalam arah (searah) lubang, supaya tap memotong (*bitting*) atau pembuat ulir tersebut awet (tidak cepat rusak, maka gunakanlah oli pemotong untuk besi.



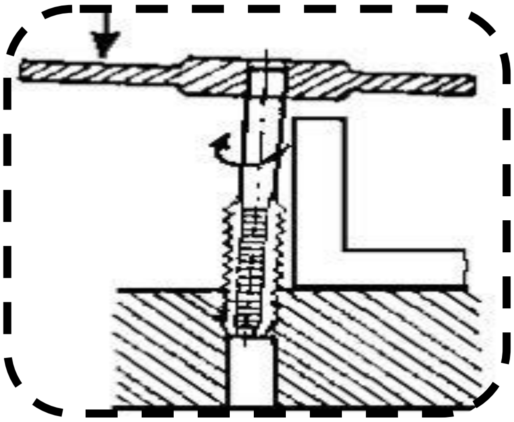
Gambar 13.31 Pembuatan ulir dalam

Periksa dengan penyiku apakah tap segaris dengan lubang atau tap tegak lurus benda kerja.



Gambar 7.32 Memeriksa posisi tap

Jika kedudukan tap miring, dapat diperbaiki dengan memberikan tekanan yang ringan pada bagian yang berlawanan pada pemegang tap dan diputar diputar searah jarum jam.

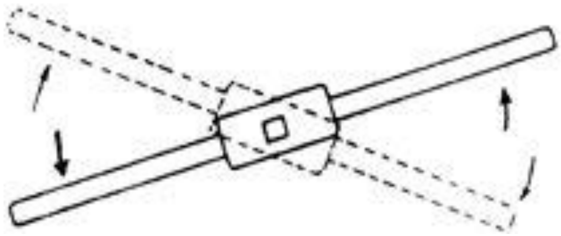


Gambar 13.33 Memperbaiki posisi tap

Setelah kedudukan tap baik, dianjurkan untuk sering memutar tap dengan setengah putaran ke arah sebaliknya guna memotong serpih. Dalam pengetapan yang dalam, perlu pemutaran kembali tap sampai keluar untuk menghilangkan serpih (bram).

Periksa kembali dengan penyiku. Lanjutkan pengetapan dengan tap no. 2 dan no. 3.



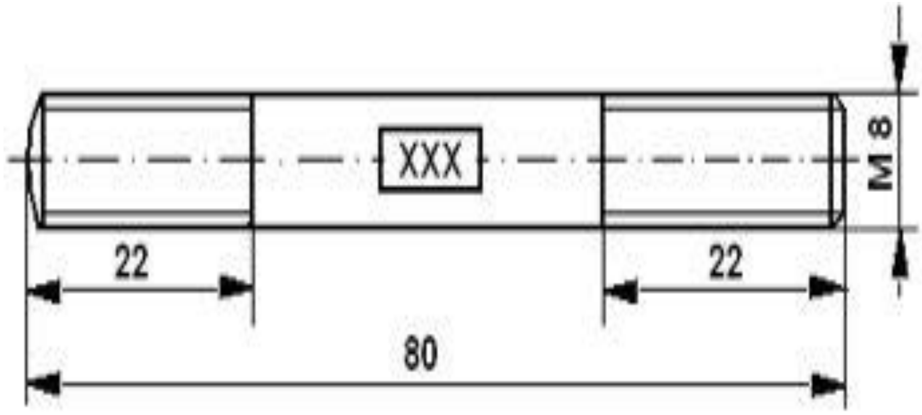


Gambar 13.34 Gerakan pengetapan

Keselamatan Kerja:

- Jangan menekan tap kesamping, supaya tap tidak patah.
- Tekanan putaran dan sentakan putaran balik pada tap tidak boleh terlalu kuat, karena tap akan cepat rusak.

Gambar Kerja:



XXX = Nomor kode

Topik:

- Mengeling sambungan bilah tunggal

Tujuan:

- Sesuai dengan tujuan pembelajaran kegiatan belajar 7



Waktu:

- 4 (empat) jam pelajaran

Alat-alat:

⇒Alat-alat untuk menggaris.

⇒Gergaji tangan untuk logam.

⇒Kikir.

⇒Klem-ragum.

⇒Mata bor ∅ 4,1 mm.

⇒Persing 75^0 dan 90^0

⇒Baut M 4, cincin, mur.

⇒Alat-alat keling.

⇒Stempel nomor.

Bahan:

⇒St. 37 Pelat strip   4 x 40 x 135 mm.

⇒St. 37 Pelat strip   5 x 40 x 115 mm.

Langkah Kerja:

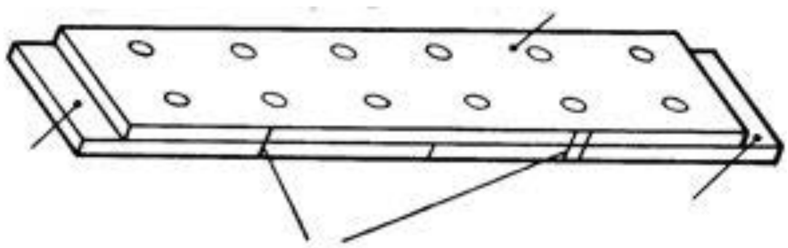
1. Mengukur dan mengikir lurus bagian no.2
2. Menggores bagian no. 1 menitik dan memberi nomor
3. Menjepit bagian 1 dan 2 bersamaan
4. Mengebor dan memberi tanda penyetelan
5. Membersihkan lubang-lubang hasil pengeboran
6. Mengikat bagian 1 dan 2 dengan baut

7. Mengeling

8. Memeriksa dan mebersihkan hasil kerja

Instruksi Kerja:

Pengeboran lubang keling. Lubang keling di bor 0,1 sampai 0,2 mm lebih besar dari ukuran paku keling, hal ini untuk memudahkan memasukkan keling. Bila mungkin bagian-bagian benda kerja di bor bersama-sama, diikat dengan klem ragum.



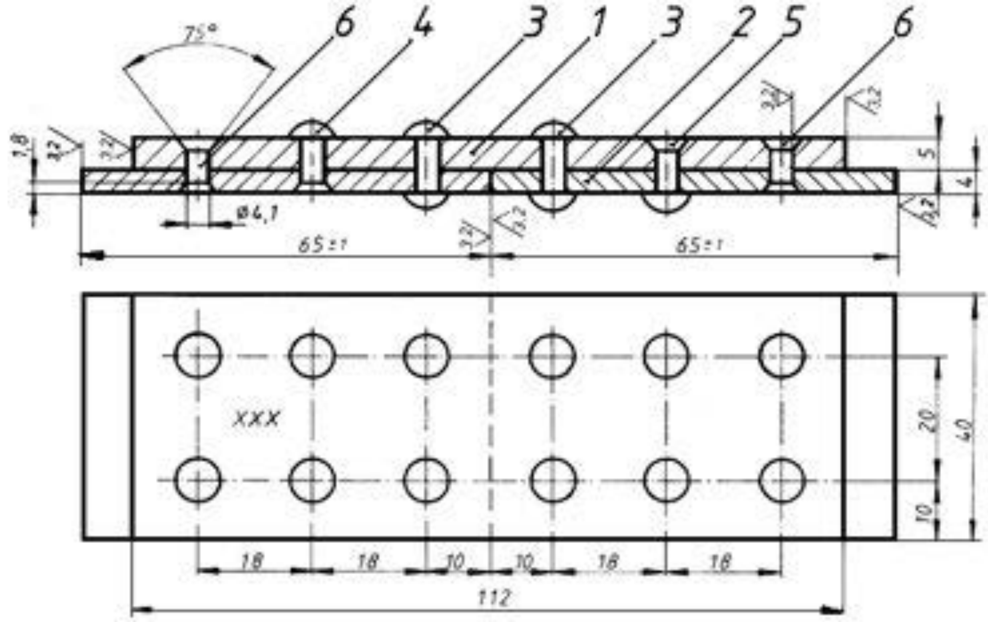
Gambar 13.35 Persiapan sambungan keling

Memersing dan membersihkan lubang keling. Sebelum di keling, semua lubang harus bebas serpih. Untuk menghilangkan serpih, pakai persing 90°. Persing 75° untuk membuat dudukan kepala keling tirus.

Keselamatan Kerja:

- Alat dan bahan harus bebas dari serpihan-serpihan
- Landasan keling di jepit dengan kuat pada ragum
- Palu harus kokoh pada tangkainya
- Hindari luka lecet karena pukulan
- Kenakan kaca mata terutama pada saat mengebor.

Gambar Kerja:



XXX = Nomor kode



II. Evaluasi

JJ. III. Penutup

Daftar Pustaka

Anni Faridah, dkk. *Teknik Pembentukan Pelat-jilid 2*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan,-Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah-Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

Cristian Guilino, Fachkunde *Bauschlosser-Stahlbauer-Schmelzschweisser*. Verlag Handwerk und Technik GmbH, Hamburg, 1986.

.............., *Prakticher Lehrgang Spengler fuer Einfuehrungskurse und Betriebe*, SSIV (Schweizerischer Spengler – und Installateur – Veband, Zuerich, 1984.

.............., *Werkststtlehrgang fuer Spengler*, SSIV (Schweizerischer Spengler – und Installateur – Veband, Zuerich, 1973.

DIPI. Ing. Eddy D. Harjapamekas, Pengetahuan bahan dalam pengerjaan logam,. Angkasa Bandung.

Europa Lehrmittel, Fachkunde Metall, Nourmy, Vollmer GmbH & Co.

Hajime Shudo, Material Testing (Zairyou Shiken).. Uchidarokakuho, 1983.

Rizal Sani, *Las Busur Manual 1,* PPPG Teknologi Bandung, 1997

Ramli Soehatman, Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja, Dian Rakyat, Jakarta, 2010.

Strength of Materials. William Nash. Schaum's Outlines, 1998.



The Lincoln Electric Company, *The Procedure Handbook of Arc Welding,* The Lincoln Electric Company, 1973

William D. Callister Jr., Material Science and Engineering: An Introduction. John Wiley&Sons, 2004.